Le imprese italiane e le sfide della green economy: strategie, esperienze, prospettive

VITTORIO BIONDI
Assolombarda, Direttore Settore Territorio, Ambiente, Energia
Via Pantano 9, 20122 Milano
vittorio.biondi@assolombarda.it

Riassunto
Negli ultimi decenni, le politiche ambientali pubbliche hanno conosciuto una costante evoluzione cui ha corrisposto nel corso del tempo un altrettanto significativo cambiamento delle strategie aziendali. Il contributo ripercorre sinteticamente questa duplice evoluzione, soffermandosi in particolare sulle nuove prospettive che si sono aperte in questi ultimi anni con la progressiva affermazione a livello globale della cosiddetta green economy e sulle conseguenze che questo processo può avere sulla competitività del sistema economico e produttivo nazionale. Viene infine illustrata e discussa una recente esperienza di aggregazione di imprese attive nelle filiere della green economy nata nell'area metropolitana milanese.

Introduzione

Il presente contributo è articolato in tre parti: nella prima viene sinteticamente illustrato il percorso evolutivo delle politiche ambientali, vista sia dal lato del decisore e regolatore pubblico, sia da quello degli attori economici oggetto principale delle politiche di regolazione. Nella seconda vengono esaminate alcune caratteristiche peculiari della fase economica caratterizzata dall'affermazione della cd. green economy e sulle conseguenze che questo processo può avere sulla competitività del sistema economico e produttivo nazionale. Nella terza viene presentata un'esperienza specifica, il Green Economy Network recentemente costituitosi a Milano, che presenta numerosi elementi di interesse rispetto a quanto illustrato nella parte iniziale del contributo.

Tutela dell'ambiente, *command and control* e strumenti economici

L'evoluzione delle politiche pubbliche rivolte alla tutela dell'ambiente e alla realizzazione del principio della sostenibilità può essere riassunta nel succedersi di diverse tipologie di strumenti, ciascuna delle quali si è aggiunta a quelle precedenti nel tentativo di ovviarne i limiti più evidenti e di valorizzarne le principali potenzialità.[1]
La prima "stagione" delle politiche ambientali, quella che nei paesi industrializzati può essere indicativamente collocata tra la seconda metà degli anni Sessanta e l'inizio degli anni Ottanta, è contraddistinta dalla massiccia diffusione di politiche e interventi riconducibili al principio del *command and control*. L'applicazione di questo principio permette di schematizzare i singoli interventi regolativi secondo uno schema tripartito: il legislatore definisce un limite (o un vincolo) spesso di carattere quantitativo al comportamento del soggetto individuato come potenziale inquinatore; gli enti preposti ai controlli verificano in modo puntuale il rispetto da parte di ciascun potenziale inquinatore dei limiti imposti dalla legislazione; in caso di accertamento del mancato rispetto dei limiti imposti, scatta un sistema di sanzioni (amministrative o penali, a seconda delle caratteristiche del sistema in vigore e della tipologia della non conformità rilevata).
Nel corso del tempo, gli strumenti di *command and control* sono stati applicati con modalità molto diverse a seconda dei contesti istituzionali e legislativi, degli orientamenti di volta in volta adottati dai decisori pubblici, delle specifiche caratteristiche delle problematiche ambientali alla cui risoluzione erano destinati. Tuttavia, nonostante queste differenze anche notevoli, l'applicazione degli strumenti di comando e controllo ha incontrato nel corso del tempo una serie di difficoltà che hanno reso evidente la necessità di integrarli con strumenti di altra natura; queste difficoltà sono state analizzate con molta lucidità nell'ambito del Quinto

[1] Alcuni testi utili a ripercorrere l'evoluzione delle politiche ambientali sono: B. Dente, 1995; E. Gerelli, 1995; R. Lewanski, 1997.

programma Politico e d'Azione, pubblicato dalla Commissione europea nel 1992, e sono sintetizzabili in tre ordini di osservazioni.[2]
La Commissione riscontrò innanzitutto un problema di efficacia delle politiche, in quanto la maggior parte degli obiettivi posti in sede di programmazione degli interventi in termini di qualità dell'ambiente non erano stati raggiunti o lo erano stati in misura molto parziale. Il degrado generalizzato delle condizioni dell'ambiente, la cui crescente e sempre più diffusa consapevolezza aveva prodotto nei decenni precedenti l'intervento dei governi nazionali e locali, non si era arrestato.
Accanto alla carenza di efficacia delle politiche, emerse in quegli anni con evidenza nei Paesi occidentali una crisi strutturale e fiscale dello Stato che metteva in discussione la sua capacità di garantire il funzionamento del complesso e articolato sistema dei controlli che costituiva un elemento fondamentale delle politiche ambientali avviate fino a quel momento. L'aumento vertiginoso del numero dei potenziali inquinatori e l'altrettanto significativo ampliamento delle tipologie di inquinamento da tenere sotto controllo resero ancor più evidente la difficoltà degli apparati burocratici e amministrativi nazionali e locali nel garantire con continuità la realizzazione di controlli sistematici e capillari su tutti gli attori interessati.
Infine, la terza critica mossa alle politiche basate esclusivamente sull'applicazione del principio di comando e controllo era incentrata sulla pressoché completa assenza per i potenziali inquinatori di incentivi al miglioramento delle proprie prestazioni ambientali al di là del limite individuato come soglia per il raggiungimento della conformità legislativa. In questi sistemi, infatti, l'unico incentivo al rispetto della normativa vigente era costituito dal rischio di essere sottoposti a un controllo da parte degli enti preposti e di risultare non conformi. Il *command and control* nella sua forma "pura" non prevede l'attivazione di incentivi di carattere amministrativo (semplificazione dei controlli, agevolazioni nel rilascio di autorizzazioni, ecc.) o economico per i potenziali inquinatori che decidano di ridurre volontariamente il proprio impatto ambientale sotto la soglia dei limiti imposti dalle leggi e dai regolamenti vigenti.
Questi tre ordini di considerazioni costituirono i presupposti della decisione di ampliare la gamma di strumenti applicati nell'ambito delle politiche ambientali integrando gli strumenti adottati fino a quel momento con altri di diversa natura e in grado di dare una risposta positiva alle critiche appena esposte. Questa convinzione era così sintetizzata dalla Commissione: "non è […] concretamente possibile approvare una direttiva o un regolamento che detti perentoriamente: *attieniti al principio della sostenibilità*. Se si vogliono modificare radicalmente le tendenze e i processi attuali, occorre sviluppare e applicare un più ampio pacchetto di strumenti",[3] complessivamente classificati sotto la definizione di strumenti economici, sotto la quale ricadono un'ampia gamma di strumenti tra loro molto diversi ma accomunati dal tentativo di utilizzare i principi dell'economia di mercato per produrre miglioramenti di carattere ambientale. Nel corso del tempo, questa tipologia di strumenti ha compreso, a seconda dei contesti in cui veniva applicata e delle scelte di volta in volta compiute dal decisore pubblico, l'imposizione di tasse, la definizione di tariffe, l'utilizzo di strumenti assicurativi, l'applicazione di depositi su cauzione, la previsione di incentivi, l'attivazione di vere e proprie "borse" (ad esempio dei rifiuti) o la costruzione di mercati sui quali venivano scambiati diritti di emissione.
L'analisi delle caratteristiche, delle applicazioni, delle potenzialità e dei limiti degli strumenti economici nell'ambito delle politiche ambientali esula dagli obiettivi del presente contributo, ma la loro mera elencazione è già sufficiente per fare intuire al lettore l'interesse, la varietà e la complessità delle problematiche che hanno appassionato economisti, ricercatori, operatori economici e decisori pubblici. A partire dai primi anni Ottanta, i governi dei Paesi più industrializzati hanno moltiplicato gli sforzi per ampliare la gamma di strumenti a propria disposizione con un ricorso sempre più frequente a strumenti economici scelti tra quelli appena ricordati.

Sviluppo sostenibile e strumenti volontari

Contestualmente alla progressiva diffusione degli strumenti economici, a partire dalla fine degli anni Ottanta una terza categoria di strumenti ha cominciato a prendere forma e a essere sperimentata nell'ambito delle politiche ambientali dei Paesi maggiormente sviluppati. L'ampiezza e la varietà degli strumenti riconducibili a questa categoria, insieme alla loro recente diffusione, ne rendono problematica una chiara e univoca definizione, ma il consenso tra gli analisti, gli operatori e i decisori è ormai sufficiente per poter parlare di strumenti volontari ogniqualvolta si fa riferimento a uno degli strumenti che appartengono a una delle

[2] Commissione Europea, 1992.
[3] Ibidem, par. 19.

seguenti categorie: certificazione di prodotto, sistemi di gestione ambientale, strumenti di contabilità ambientale, strumenti di comunicazione ambientale, accordi volontari.[4]
Si possono individuare alcune caratteristiche generali che, variamente declinate a seconda delle specifiche fattispecie, accomunano gli strumenti volontari nell'ambito delle politiche ambientali.
Per quanto riguarda la loro genesi, va innanzitutto sottolineato che nella maggior parte dei casi gli strumenti volontari nascono come strumenti di gestione sviluppati volontariamente da imprese operanti in contesti industriali con un impatto ambientale significativo, e solo in un secondo tempo vengono formalizzati e regolamentati, si diffondono in contesti operativi diversi da quelli originari e possono essere considerati a pieno titolo strumenti di politica ambientale. Questo processo di progressiva formalizzazione di prassi e procedure aziendali, nel quale un ruolo particolarmente importante è giocato da soggetti quali enti di normazione, associazioni professionali e di categoria, camere di commercio, può portare alle definizione di linee guida, di norme tecniche o, in alcuni casi, di regolamenti o direttive comunitarie, secondo una sorta di gradiente che misura il livello di istituzionalizzazione di questo processo.
Una seconda caratteristica che accomuna gli strumenti volontari è inerente la loro concreta applicazione: per esprimere le proprie potenzialità, infatti, essi richiedono come condizione necessaria un coinvolgimento consapevole di un numero molto elevato di attori istituzionali, sociali ed economici. In altri termini, con l'affermazione degli strumenti volontari nasce l'esigenza di rivedere e ampliare il tradizionale schema interpretativo delle politiche ambientali, che vede nell'interazione tra istituzioni, imprese e cittadini il meccanismo fondamentale ed esclusivo che spiega la loro attivazione, la loro applicazione, la loro *performance*. Come già accennato in precedenza, la loro implementazione richiede il coinvolgimento attivo e consapevole di molteplici attori: dai rappresentanti delle categorie economiche (associazioni industriali, artigiane e del commercio, sindacati) alle associazioni di tutela dell'ambiente e dei consumatori, dalle istituzioni intermedie (camere di commercio, agenzie di sviluppo, consorzi di filiera) agli ordini professionali, dagli enti di normazione alle grandi catene di distribuzione commerciale, dalle società di consulenza agli enti di certificazione, senza dimenticare naturalmente le diverse articolazioni della pubblica amministrazione (governo nazionale, Regioni ed enti locali, sistema delle agenzie e autorità di settore).
Il fatto che ciascuno strumento volontario necessiti di un proprio sistema di *governance* che coinvolge numerose categorie di attori rende inoltre necessario disporre di una Pubblica Amministrazione autorevole, competente e in grado di dialogare con il sistema produttivo in modo sostanzialmente diverso da quello riconducibile a un mero controllo puntuale della conformità dei comportamenti dei diversi attori a determinati parametri definiti dalle leggi vigenti. Senza che questo comporti una riduzione dei necessari poteri di controllo in capo agli enti preposti, il successo degli strumenti volontari è strettamente legato alla capacità del decisore pubblico di svolgere alcuni compiti fondamentali: definire le "regole del gioco" e costruire i presupposti per il loro rispetto, diffondere la loro conoscenza tra le categorie interessate, promuoverne e incentivarne l'applicazione nei diversi settori produttivi, valorizzarne i risultati presso i cittadini e i vari tipi di *audience* che questi possono avere.
Particolarmente delicato, soprattutto nel nostro Paese, risulta il problema della convivenza tra strumenti volontari e un sistema di regole e ruoli della politica ambientale essenzialmente disegnato sulla base dei principi del *command and control* e presupponendo un rapporto tra Pubblica Amministrazione e operatori economici che solo raramente e con grande difficoltà riesce a emanciparsi dai ruoli esclusivi del controllore e del controllato.
Oltre che a un contesto istituzionale adeguato e a un diverso rapporto tra gli attori coinvolti, il successo degli strumenti volontari è strettamente legato alla possibilità di suscitare una forte spinta motivazionale da parte degli attori economici protagonisti della loro applicazione. Trattandosi infatti nella quasi totalità dei casi di un'adesione a carattere volontario da parte delle imprese, che tale deve rimanere per non stravolgerne la natura e comprometterne l'efficacia, gli strumenti volontari devono infatti essere in grado di produrre - in un orizzonte temporale ragionevole dal punto di vista dell'impresa - benefici sufficienti a compensare lo sforzo economico spesso ingente sostenuto per la loro implementazione. In linea generale, questi benefici possono essere suddivisi in due categorie: quelli direttamente legati alla gestione aziendale (abbattimento dei costi di produzione e di gestione, diminuzione degli esborsi connessi a multe e sanzioni, aumento del valore del patrimonio aziendale, condizioni economiche più vantaggiose nell'ottenimento del credito o nella stipula di polizze assicurative, ecc.) e quelli connessi al miglioramento delle relazioni con il contesto in cui l'impresa opera (lancio di nuovi prodotti, aumento delle quote di mercato, consolidamento dei rapporti con clienti e fornitori, miglioramento del rapporto con la Pubblica Amministrazione e le comunità locali, ecc.). I decisori pubblici possono svolgere un ruolo importante nella diffusione degli strumenti volontari aiutando le imprese

[4] Per un inquadramento degli strumenti volontari, si vedano Biondi, 2004, Frey, 1997.

(soprattutto quelle di minori dimensioni) a valorizzare le voci positive di questo ipotetico bilancio e a ridimensionarne le poste negative.
Va infine sottolineato che, nella maggior parte dei casi, la loro applicazione può influenzare le dinamiche competitive esistenti tra Paesi, tra settori e tra imprese. Per questo motivo, la loro introduzione dovrebbe essere sempre accompagnata da una valutazione dell'impatto (positivo o negativo) che essi possono avere sui settori produttivi cui sono destinati, poiché solo in questo modo è possibile evitare il rischio che, pur perseguendo la realizzazione di miglioramenti alla qualità dell'ambiente, essi arrechino danni alla competitività del sistema produttivo e pregiudichino in questo modo la piena realizzazione del principio di sostenibilità e del delicato equilibrio che questo presuppone nella realizzazione di obiettivi di carattere economico, sociale e ambientale.

Globalizzazione e *green economy*

Le due fasi che abbiamo sintetizzato nelle pagine precedenti (caratterizzate dai rispettivi binomi tutela dell'ambiente - *command and control* e sviluppo sostenibile - strumenti volontari) non si sono ovviamente esaurite, ma continuano a interessare sia pure in forme rinnovate ed evolute il sistema economico produttivo e le imprese che in esso operano.
Tuttavia, numerosi segnali inducono a ritenere che il rapporto tra impresa e ambiente stia conoscendo una progressiva e radicale trasformazione. I profondi mutamenti che il sistema economico ha conosciuto in questo primo scorcio di millennio e che hanno subìto una forte accelerazione con la crisi mondiale del 2008, infatti, hanno reso evidente la necessità di una nuova definizione dei rapporti tra sistema economico e produttivo e le esigenze dello sviluppo sostenibile, indicando nella nascita della cosiddetta *green economy* – definita come un'economia che riduce l'inquinamento e la dipendenza dal carbonio, genera prodotti, servizi e tecnologie di buona qualità, favorisce il mantenimento e il recupero del capitale naturale e si orienta verso modelli sostenibili di consumo (UNEP, 2009, pag. 10) - uno dei caratteri distintivi dell'economia dei prossimi decenni.
Vediamo in estrema sintesi alcuni tratti distintivi del paradigma della *green economy*, con particolare riferimento agli elementi di discontinuità che lo differenziano rispetto ai periodi illustrati nelle pagine precedenti.
Innanzitutto, la *green economy* è un fenomeno intrinsecamente *globale* che, come tale, coinvolge l'intero sistema economico e produttivo mondiale attraverso la rete di relazioni – culturali, politiche, economiche - materiali e immateriali che lo contraddistinguono. Naturalmente le modalità in cui questo fenomeno si manifesta variano grandemente a seconda della latitudine e della longitudine, ma ciò che qui interessa sottolineare è che, a differenza delle politiche di tutela dell'ambiente e di quelle ispirate allo sviluppo sostenibile – di cui queste sono comunque almeno in parte figlie e prodotto – che riguardavano principalmente i Paesi più industrializzati, esse coinvolgono l'intera economia globale. Questo riguarda sia le politiche di tutela dell'ambiente implementate a livello globale (basti pensare in che misura le considerazioni sul *global climate change* stiano condizionando le relazioni economiche internazionali), sia le politiche industriali dei Paesi emergenti, sempre più fortemente orientate al sostegno a settori ritenuti strategici (gestione delle risorse naturali, energie rinnovabili, efficienza energetica, nuovi materiali, ecc.).
Un secondo elemento che contraddistingue la *green economy* è il definitivo superamento della contrapposizione tra esigenze della produzione (soprattutto industriale) e tutela dell'ambiente, che per tanto tempo ha segnato politiche pubbliche e immaginario collettivo. Con la progressiva affermazione di principi quali "la smaterializzazione del valore, la valorizzazione della sobrietà, la personalizzazione flessibile e creativa della prestazione fornita al singolo utilizzatore" si pongono, infatti, i presupposti per una sorta di "doppio movimento: la sostenibilità diventa industriale e l'industria (o l'intera economia) diventa sostenibile" (Rullani, 2010). In questa ottica, dal punto di vista delle imprese le tematiche ambientali non solo non costituiscono un freno al pieno sviluppo della propria competitività (prima fase), né un'occasione per distinguersi dai propri *competitor* attraverso l'adozione di un approccio "proattivo" alla loro gestione (seconda fase), ma rappresentano in molti casi uno dei principali ambiti nei quali espandere il proprio *core business* o; addirittura, individuare nuove e inesplorate occasioni di sviluppo.
Dal punto di vista dell'evoluzione del mercato nei confronti dello sviluppo sostenibile, prima, e della green economy, in linea di massima si possono pertanto individuare tre tipologie di imprese:

- le imprese che operano in settori tradizionali e ampliano il proprio business a prodotti / servizi con una spiccata caratterizzazione ambientale (dalla chimica all'alimentare, dall'edilizia all'*automotive,* dall'energia alla carta);
- le imprese attive in settori "storici" della tutela ambientale (ciclo dell'acqua, gestione rifiuti, inquinamento atmosferico) che valorizzano la propria esperienza e capacità di affermazione nei mercati emergenti;
- le imprese nate per perseguire nuovi ambiti di business creati dall'innovazione tecnologica e organizzativa e dalla nuova sensibilità di fasce crescenti di consumatori (fonti rinnovabili, efficienza energetica, nuovi materiali).

Una fondamentale caratteristica di questo processo è che esso attraversa la maggior parte dei settori produttivi così come sono concepiti sia dai decisori pubblici, sia dalle imprese stesse, impegnando le imprese in un faticoso ma fortemente innovativo processo di organizzazione (o riorganizzazione) della propria catena del valore attraverso aggregazioni di imprese che si configurano come filiere. La *green economy* viene in questo modo a interessare non solo i settori produttivi a maggiore impatto ambientale che, attraverso innovazioni tecnologiche, produttive e organizzative, riducono drasticamente il proprio impatto sull'ambiente, ma anche un insieme di attività economiche i cui prodotti e servizi devono essere ripensati alla luce della costante evoluzione della normativa, ma prima ancora e soprattutto delle problematiche globali emerse negli ultimi decenni e degli stili di vita collettivi e individuali che vengono affermandosi in fasce crescenti della popolazione: si pensi, a titolo esemplificativo, a settori quali la produzione e la distribuzione di energia, l'alimentazione, l'edilizia, i trasporti, la mobilità, il turismo.
L'importanza che ricopre la dimensione della filiera nella nascita e nella diffusione dell'innovazione ispirata al paradigma della *green economy* produce conseguenze importanti anche dal punto di vista della dimensione territoriale del fenomeno. Infatti, uno stretto rapporto tra imprese e territorio rimane un aspetto fondamentale della sostenibilità: si pensi, ad esempio, alla nutrita letteratura e alle numerose sperimentazioni in corso relative all'applicazione di strumenti volontari nei distretti industriali (Iraldo, 2002), o alla recente esperienza delle aree industriali ecologicamente attrezzate che sta conoscendo una significativa diffusione in alcune regioni italiane.[5] Tuttavia, lo sviluppo delle filiere è connotato da un rapporto diverso con il territorio di appartenenza delle imprese che le appartengono, in cui la prossimità fisica e territoriale ricopre un ruolo sicuramente meno rilevante che nel passato, mentre l'innovazione tecnologica e organizzativa permette e incoraggia forme di cooperazione tra imprese che corrono lungo le reti lunghe della globalizzazione, spesso indifferenti alla loro localizzazione. Un ragionamento analogo vale anche per quanto riguarda i mercati potenziali di riferimento delle imprese, poiché l'avvento della globalizzazione di fatto ha segnato il tramonto del concetto stesso di mercato locale, inducendo le imprese che vogliono mantenersi competitive a innovare profondamente le proprie strategie competitive alla ricerca di nuovi sbocchi per i propri prodotti.

Il Green Economy Network

L'iniziativa che si vuole brevemente illustrare in questa parte finale del contributo rappresenta un'esperienza che, come si cercherà di argomentare nella parte finale del paragrafo, riassume in sé e illustra numerosi aspetti tra quelli sopra descritti.
Assolombarda è l'associazione del sistema confindustriale che riunisce e rappresenta le imprese attive nell'area metropolitana milanese.[6] Le circa seimila imprese associate, che ne fanno l'associazione territoriale di gran lunga più grande di Confindustria, sono classificate in diciotto diversi gruppi merceologici, i due più numerosi dei quali sono emblematicamente il meccanico e il terziario innovativo, vale a dire il settore produttivo manifatturiero per antonomasia e il settore dei servizi che presenta al proprio interno una variegata presenza di imprese con una spiccata propensione all'innovazione.
All'inizio del 2009 l'associazione ha avviato un progetto finalizzato alla mappatura delle imprese milanesi coinvolte nella fornitura di prodotti, tecnologie e servizi nel settore ambientale ed energetico, con l'obiettivo di accompagnarle in un processo di aggregazione e potenziamento della loro capacità competitiva sui mercati di riferimento, rafforzando le sinergie tra gli enti istituzionali e contribuendo in questo modo a diffondere nel territorio la cultura dello sviluppo sostenibile.

[5] Per un'utile e aggiornata rassegna delle esperienze di gestione sostenibile di cluster, aree territoriali e sistemi d'impresa, sono da segnalare le attività svolte dalla Rete Cartesio (www.retecartesio.it).
[6] Per una riflessione sull'evoluzione del ruolo delle associazioni datoriali sul territorio, Biondi, 2008.

Dai dati ottenuti nel corso dell'indagine è emerso come il territorio milanese sia un contesto di assoluto rilievo per quanto riguarda le tematiche di carattere ambientale ed energetico, avendo registrato 356 imprese attive in svariati settori, con un fatturato globale di oltre 50 miliardi di euro e oltre 25.000 addetti solo in provincia di Milano.[7] Il grafico 1 mostra la distribuzione delle imprese all'interno delle diverse filiere:

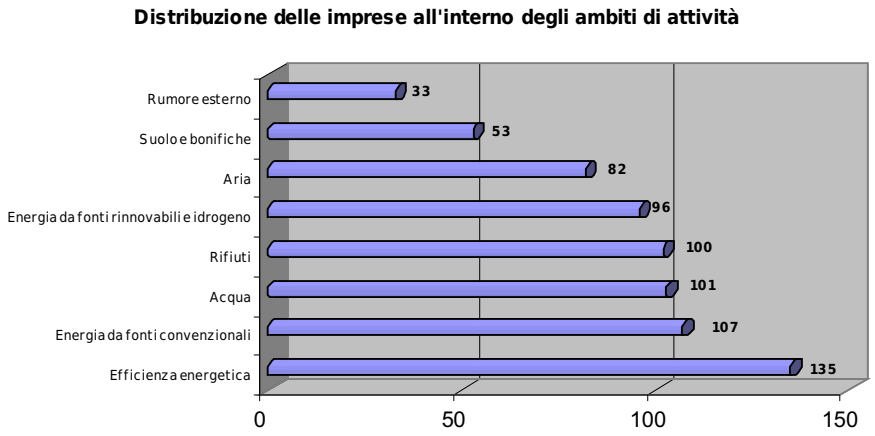


Grafico 1: distribuzione delle imprese all'interno degli ambiti di attività a seguito dell'indagine (alcune imprese operano in più ambiti, pertanto sommando la presenza nei vari comparti si ottiene un numero superiore a 356)

Dall'analisi si è evidenziato come la maggior parte delle imprese (il 63% circa) abbia meno di 50 addetti e mediamente, nel triennio 2007-2009, presentino un fatturato medio variegato compreso tra 5 e 30 milioni di euro. Più di 30 imprese invece con oltre 250 dipendenti, fatturano oltre 50 milioni di euro l'anno. Dal punto di vista territoriale, le imprese si collocano prevalentemente all'interno del Comune di Milano, nella prima "cerchia" intorno alla città stessa e con una significativa presenza lungo la direttrice Milano - Bergamo. La maggior parte delle imprese (il 63% circa) ha meno di 50 addetti e mediamente, nel triennio 2007-2009, presenta un fatturato medio variegato compreso tra 5 e 30 milioni di euro. Più di 30 imprese, invece, con oltre 250 dipendenti fatturano oltre 50 milioni di euro l'anno.
L'analisi ha individuato come circa il 30% delle imprese svolga attività di ricerca e sviluppo e che il comparto maggiormente attivo in termini di brevetti sia quello dell'efficienza energetica (per dimensioni aziendali e disponibilità di capitali). Trend non riscontrato nel settore delle fonti energetiche convenzionali che, pur caratterizzato dalla presenza di grandi dimensioni e capitali, investe meno in ricerca e sviluppo rispetto ai settori dell'acqua, dell'aria, dell'energia da fonti rinnovabili e dei rifiuti.
Le imprese che fanno R&S collaborano prevalentemente con le università lombarde e meno con i centri di ricerca, impiegando, in media, un anno e mezzo per il completamento dell'intero processo. In merito ai finanziamenti, il ricorso è spesso a bandi europei o nazionali (es.: Industria 2015), ma la difficoltà di accesso a questi aiuti economici è avvertita come primo ostacolo all'attività di ricerca, seguita dallo scarso scambio di informazioni con centri di eccellenza. I dati evidenziano, inoltre, una particolare necessità di investire in R&S in determinati ambiti: nell'efficienza energetica dell'industria, nel solare fotovoltaico e termodinamico, nelle biomasse, nei sistemi di monitoraggio delle emissioni in atmosfera e nei sistemi di ottimizzazione dei processi di combustione.
Sulla base dei risultati dell'analisi condotta (di cui in questa sede è stata riportata solo una breve sintesi) e dei numerosi *focus group* di filiera organizzati nel corso del 2010, all'inizio del 2011 Assolombarda insieme a un gruppo di dieci imprese associate operanti nelle diverse filiere della *green economy* ha costituito il Comitato Promotore del Green Economy Network.[8]
Lo scopo fondamentale dell'iniziativa è quello di attuare una strategia orientata contestualmente al rafforzamento dell'attrattività del territorio e della capacità competitiva in chiave globale perseguendo tre ordini di obiettivi: 1) potenziare le opportunità di aggregazione in filiere integrate di prodotti/servizi/tecnologie, operando sia dal lato dell'offerta, valorizzando le *capability* esistenti, sia dal lato domanda, fornendo informazioni su quali sono le prospettive strategiche dei principali attori di mercato a

[7] Assolombarda, 2011.

[8] Le imprese sono 3M, A2A, AA Envitech, ABB, Accenture, Nitrolchimica, Osram, Passavant Impianti, Siemens, Tecnologie Industriali e Ambientali.

livello locale e internazionale; 2) affrontare con coraggio la sfida dell'internazionalizzazione, in quanto i nuovi mercati costituiscono un'opportunità da sfruttare al meglio, ma perseguibile solo con un approccio di tipo sistemico e integrato; 3) consolidare una politica industriale finalizzata al rafforzamento dell'offerta, potenziando le opportunità di innovazione e di collaborazione con i centri di ricerca e con le Università, condizione favorevole grazie alla ricchezza dell'offerta presente sul territorio.

L'esperienza del Green Economy Network intende procedere con azioni di sistema che consentano di rafforzare in una prospettiva di lungo periodo la competitività di un'area caratterizzata da un'importante vocazione manifatturiera e di ricerca, tenendo anche conto del fatto che molte esperienze estere hanno già mostrato come attorno ad aree metropolitane con le caratteristiche di Milano si possano aggregare proficuamente energie e competenze riconducibili alla sfida della *green economy*. In linea con quanto sin qui affermato, l'obiettivo non è tanto quello di affermare una logica di tipo distrettuale, sostanzialmente inadeguata a interpretare il fenomeno e ad accompagnarlo con efficacia, ma quella del rafforzamento del ruolo dell'area metropolitana milanese come nodo fondamentale all'interno delle reti della *green economy* e punto di aggregazione di competenze, risorse, relazioni e progettualità.

Il Comitato Promotore del Network ha lanciato nel maggio scorso un sito[9] che ospita un Repertorio delle imprese della *green economy* attive nell'area metropolitana milanese (attualmente sono circa 240, ma il loro numero è in costante crescita). Il repertorio, il cui accesso è libero, è costituito da un *data base* che permette di classificare le imprese in dieci filiere (acqua, aria, suolo e bonifiche, rifiuti, efficienza energetica, energie convenzionali, fonti rinnovabili, mobilità sostenibile, prodotti eco-compatibili) e di ciascuna impresa fornisce informazioni relative, tra gli altri, ai prodotti e servizi offerti, ai mercati di riferimento, ai principali ambiti nei quali svolge attività di ricerca e sviluppo.

Oltre al repertorio, l'attività del Comitato Promotore si articola anche nell'organizzazione di seminari di approfondimento su singole filiere o mercati, nel monitoraggio dei principali bandi pubblicati a livello internazionale in questi ambiti, nell'organizzazione di incontri con i principali centri di ricerca in cui vengono illustrate le attività più promettenti nei diversi ambiti di attività inerenti la *green economy*.

Il Green Economy Network è un'iniziativa sperimentale relativamente recente di cui non è facile prevedere al momento l'evoluzione e gli esiti. Tuttavia, se ne possono sin d'ora cogliere alcuni aspetti particolarmente significativi dal punto di vista del tema oggetto del presente contributo.

Innanzitutto, l'iniziativa è trasversale rispetto ai diversi settori di attività che tradizionalmente sono considerati il riferimento di iniziative di aggregazione e sensibilizzazione rivolti alle imprese. Questa trasversalità interroga e stimola tutti coloro che sono interessati a comprendere i processi evoluitivi del sistema economico e produttivo: gli economisti e, più in generale, gli analisti e i ricercatori sociali; coloro che sono chiamati a formulare nuove e più efficaci azioni di politica industriale; il sistema della rappresentanza delle imprese, il quale deve rispondere ad esigenze sempre più complesse e diverse dal passato espresse dai propri associati.

In secondo luogo, il Green Economy Network può rappresentare un potente strumento di promozione dell'attrattività e della competitività del territorio in cui è nato, ma con modalità e logiche diverse dalla maggior parte delle azioni di promozione e marketing territoriale sperimentate negli ultimi decenni. Non si tratta, infatti, di enfatizzare la capacità di specializzazione e di presidio di nicchie produttive locali in contrapposizione alle dinamiche competitive tipiche della globalizzazione, ma, al contrario, di valorizzare l'ingente capitale di risorse, conoscenze, competenze e relazioni esistente, ma non ancora sufficientemente consapevole delle proprie potenzialità per competere con maggiore efficacia in un'arena già oggi e irreversibilmente globale.

Infine, se il Network saprà costituire l'ambiente entro il quale si possano innescare processi di cooperazione tra imprese o di aggregazione attraverso la formazione di reti più o meno strutturate, esso avrà contribuito in questo modo all'irrobustimento della capacità competitiva dell'intero sistema economico nazionale, tuttora connotato, anche in questi ambiti competitivi di più recente formazione, da fenomeni quali la perdurante polverizzazione della struttura produttiva, la scarsa capacità di creare aggregazioni di dimensioni sufficiente ad affrontare mercati e commesse di entità significativa, la difficoltà di affrontare con coesione ed efficacia mercati dalle enormi potenzialità quali quelli che stanno attualmente affacciandosi alla *green economy*.

Bibliografia

Assolombarda, "Sostenibilità, un vantaggio competitivo per il territorio milanese", rapporto di ricerca a cura dello Iefe Bocconi, Assolombarda, Milano, gennaio 2011

[9] www.greeneconomynetwork.it.

Biondi V., *Introduzione agli strumenti volontari nelle politiche ambientali*, in Zatti A., a cura di, "Percorsi verso la sostenibilità: principi, strumenti ed esperienze", Istituto Universitario di Studi Superiori, Pavia, , 43 - 60, 2004
Biondi V.,"Le associazioni di categoria come attori nel governo del territorio. L'esperienza di Assolombarda", in "Territorio", n. 41, Franco Angeli, Milano, 89 - 93, 2007
Commissione Europea, "Quinto programma Politico e d'Azione sull'Ambiente - Verso la sostenibilità", Comunità Europea COM(92) 23 finale, 1992
Dente B., a cura di, "Environmental policy in search of new instruments", Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1995
Frey M., "Il management ambientale. Evoluzione organizzativa e gestionale del rapporto impresa a ambiente", Franco Angeli, Milano, 2004
Gerelli E., "Società postindustriale e ambiente", Laterza, Roma - Bari; 1995
Iraldo F., "Ambiente, impresa e distretti industriali. Gestione delle relazioni interorganizzative e ruolo degli *stakeholder*", Franco Angeli, Milano, 2002
Lewanski R., "Governare l'ambiente", Il Mulino, Bologna, 1997
Rullani E., "Modernità sostenibile. Idee, filiere e servizi per uscire dalla crisi", Marsilio, Venezia, 2010
UNEP, "Global green new deal. An update for G20 Pittsburgh summit", United Nation Environment Programme, 2009
Zatti A., a cura di, "Percorsi verso la sostenibilità: principi, strumenti ed esperienze", Istituto Universitario di Studi Superiori, Pavia, 2004

Summary
Italian companies and the green economy's challenge: strategies, experiences and perspectives

Environmental protection, sustainable development, green economy are the three key words that summarize the main phases of the environmental policies in these last decades, both at the policy makers' level and for the companies' strategies. In these last years, environmental issues became a fundamental chance for the development of a large number of firms operating in many different economic sectors. Today the competitiveness of our national economic and industrial system is strictly connected to the ability of the Italian firms of innovating processes, products, markets following criteria of sustainability. In this perspective, cooperation between firms and between firms and institutions is crucial, and the Green Economy Network recently promoted by Assolombarda could be an important experience in this direction.

GLI STUDIOSI DI SCIENZE MERCEOLOGICHE CON LE IMPRESE VERSO LA GREEN ECONOMY

RICCARDO BELTRAMO
Dipartimento di Scienze merceologiche, Università degli Studi di Torino
Corso Unione Sovietica 218 bis, 10134 Torino
e-mail: beltramo@econ.unito.it

Riassunto
L'intervento pone in relazione i contenuti della Green economy e dello sviluppo sostenibile, per valutare il posizionamento degli studiosi di Scienze Merceologiche rispetto alle tematiche sollecitate dalle politiche ambientali. Nel rilevare che, nel tempo, sono mutate la composizione della popolazione degli studiosi di Scienze Merceologiche per estrazione disciplinare e l'importanza relativa delle Scienze Merceologiche, vengono proposte e discusse alcune linee di azione per consolidare le relazioni tra studiosi ed imprese. Infine viene presentato lo SCATOL8®, un esempio di strumento sviluppato da un team multidisciplinare all'interno del DSM dell'Università di Torino, in collaborazione con imprese e nell'ambito di un progetto europeo, per educare alla sostenibilità, favorendo la consapevolezza sul rapporto tra attività umane ed ambiente.

Introduzione

Nel 1972, il famoso Rapporto sui limiti dello sviluppo, commissionato al MIT dal Club di Roma, affermò che nel 2000 sarebbero state esaurite circa il 25% delle riserve mondiali di petrolio. I dati pubblicati annualmente dalla BP evidenziano che la quantità di petrolio utilizzata dal 1965 al 2004 è di 116 miliardi di tonnellate, le riserve ancora disponibili nel 2004 sono valutate in 162 miliardi di tonnellate, dunque il petrolio disponibile sarebbe sufficiente per circa 40 anni a partire dal 2000, supponendo di continuarne l'estrazione al ritmo attuale.[1] L'Agenzia Internazionale per l'Energia ha recentemente modificato le proprie previsioni sull'andamento della domanda, prevedendo una crescita del 1.3% annuale nei prossimi cinque anni, in seguito all'espansione economica della Cina. I consumi crescerebbero a 95.3 milioni di barili al giorno, dagli 88 del 2010, con la Cina responsabile del 41% di questo aumento[2]. Altre autorevoli fonti (ENI)affermano che ci sarebbero riserve sufficienti per coprire il consumo mondiale per i prossimi 70 anni[3]. Ancora, secondo la IEA, il quadro energetico mondiale all'orizzonte 2035 dipende in modo cruciale dall'azione politica dei governi, e dal modo in cui questa azione influenza la tecnologia, i prezzi dei servizi energetici e il comportamento dei consumatori finali.[4]

Conflitti bellici, conflitti sociali e conflitti economici alimentano l'attuale periodo di crisi economica e ci portano ad osservare quotidianamente l'andamento dei prezzi delle materie prime energetiche, prime fra tutte il petrolio. Le previsioni a livello mondiale, in relazione all'andamento dei prezzi e alla durata delle riserve, sono talmente diverse da disorientare il lettore, non solo per quanto riguarda il petrolio, ma in generale per tutti i combustibili fossili. Le discrepanze sono influenzate da ragioni tecniche, metodologiche, politiche ed economiche, quindi ogni previsione è corretta in relazione alle ipotesi di partenza, ma la comparazione delle conclusioni limitatamente significativa.

Un dato oggettivo è che il petrolio e, più in generale, i combustibili fossili sono alla base dell'economia mondiale ed un altro che le riserve si stanno esaurendo. Le differenze di decenni tra una previsione e l'altra si affievoliscono di fronte alla convergenza sull'ineluttabile destino delle riserve e sulla correlazione esistente tra l'uso di combustibili fossili e l'emissione di gas serra. Secondo Fatih Birol, Chief Economist della IEA, le emissioni globali di gas-serra hanno raggiunto nel 2010 il livello più alto di sempre, dopo il calo del 2009 dovuto alla crisi economica mondiale. Il livello raggiunto, pari a circa 30,6 Gt di anidride carbonica,

1 wikipedia http://it.wikipedia.org/wiki/Petrolio
2 Nguyen L. and Smith G., IEA Increases 2016 Oil Production Forecast, Says $100 Crude a Threat, Jun 16, 2011, http://www.bloomberg.com/news/2011-06-16/iea-boosts-2016-oil-demand-forecast-says-100-crude-is-a-threat-to-growth.html
3 Previsioni Petrolio: giacimenti ancora sufficienti per 70 anni secondo Scaroni dell'Eni in http://www.ecovideoblog.it
4 IEA, World Energy Outlook 20, OECD/IEA, Paris, 2010

rappresenta un vero e proprio record storico, con un incremento del 5% rispetto al 2008, finora l'anno "peggiore".

Maggior inquinamento atmosferico, incremento dell'effetto serra sono un'altra certezza su cui contare, nell'attuale paradigma energetico, alle quali si accompagna l'elevata probabilità di correlazione tra questi fenomeni, il riscaldamento del Pianeta ed i cambiamenti climatici. A corollario si può aggiungere che se le materie prime energetiche non rinnovabili rivestono un contenuto così strategico, è molto probabile che nuovi conflitti si affacceranno alle cronache quotidiane, affinché i Paesi importatori di petrolio possano aumentare il controllo sulle riserve. Se, infine, concentriamo la nostra attenzione sul paniere energetico dell'Italia, non è certo una novità riconoscere che stiamo continuando a vivere ben oltre le nostre reali possibilità, con una dipendenza di oltre il 70% dai combustibili fossili.

In relazione alla situazione generale, nel nostro ambito è stata denunciata l'insostenibilità dell'attuale modello[5] ed è stato rilevato come "la tendenza attuale, che sembrerebbe nettamente per una sostituzione del petrolio con il gas naturale, non risolva certamente i problemi che abbiamo di fronte. Quello che ci interessa in realtà è il successivo ciclo, ossia che cosa sostituirà i combustibili fossili in quello che potremmo chiamare la "terza transizione energetica" (dopo il legno e il carbone), senza escludere che qualche tecnologia completamente nuova soppianti quelle esistenti senza traumi e senza problemi. In altre parole esiste una stretta interdipendenza tra le materie prime e le innovazioni tecnologiche; in effetti una nuova tecnologia determina un nuovo paradigma in grado di modificare l'organizzazione, la redditività del lavoro e l'impiego delle materie prime."[6] e come sia inevitabile prevedere un futuro a basso consumo di energia benché ciò comporti, probabilmente, anche cambiamenti nello stile di vita nei paesi ad elevato consumo energetico.[7]

Green Economy (GE) e Sviluppo sostenibile

Alla fine del 2008, l'UNEP si è fatto promotore e coordinatore della Green Economy Initiative, un insieme articolato di attività, prevalentemente svolte da agenzie operative delle Nazioni Unite, aventi l'obiettivo complessivo di fornire ai Paesi analisi e supporto politico per investire nei settori verdi e per convertire al verde i settori economici ambientalmente non (o meno) amichevoli.

Nell'ambito di questa iniziativa è stata varata una definizione operativa di Green Economy (GE) "as one that results in improved human well-being and social equity, while significantly reducing environmental risks and ecological scarcities. In its simplest expression, a green economy can be thought of as one which is low carbon, resource efficient and socially inclusive."[8]

Nel 2010, l'Assemblea generale delle Nazioni Unite ha stabilito di organizzare in Brasile, dal 14 al 16 maggio 2012, una Conferenza sullo Sviluppo sostenibile[9], chiamata Conferenza di Rio+20, per fare il punto sui risultati raggiunti rispetto agli impegni assunti nel Summit del 1992 a Rio, in cui i Paesi partecipanti concordarono l'Agenda 21, il primo progetto per lo sviluppo sostenibile di apertura mondiale. Tra i temi all'ordine del giorno del 2012 figurerà "a GE in the context of sustainable development and poverty eradication and the institutional framework for sustainable development". Le azioni volte a conseguire una GE entrano, dunque, a far parte dell'agenda strategica politica per conseguire lo sviluppo sostenibile.[10] Un'economia verde sostituisce i combustibili fossili con energia pulita e tecnologie a basse emissioni,

5 "L'attuale situazione e tendenza sono insostenibili, sia per ragioni ecologiche, sia per la nuova miseria che minaccia i paesi ricchi, anche in seguito al mutamento della struttura per età della popolazione e quindi della richiesta delle merci, sia per la pressione dei poveri della Terra verso il banchetto, che da lontano appare così opulento e sfavillante e meritevole di conquista, anche violenta dei paesi ricchi. Se volete, la rivoluzione verso cui ci spinge la domanda di beni da parte dei poveri del mondo va affrontata, se non si è spinti da un'etica di solidarietà, per motivi egoistici, per la conservazione del grado di benessere finora conquistato."
G. Nebbia, Il potere delle merci, pagg. 57-58

6 Chiacchierini E., Amenta G., "Ruolo delle Scienze Merceologiche nelle problematiche relative all'impiego e alla distribuzione delle risorse", DE QUALITATE, 2004, 11, pagg. 83-107

7 Spada V., "Innovazioni e prospettive nel settore energetico", in Atti del XXIV Congresso Nazionale delle Scienze Merceologiche, Celid, Torino, dic. 2009, pag. 110

8 UNEP, Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication, pag. 16, 2010

9 Resolution adopted by the General Assembly 64/236: "Implementation of Agenda 21, the Programme for the Further Implementation of Agenda 21 and the outcomes of the World Summit on Sustainable Development", 31 March 2010 in http://www.eclac.cl/portofspain/noticias/paginas/0/42760/A.RES.64.236-Implementation_of_Agenda_21.pdf

10 UNEP, op.cit, pag. 19, 2011

affronta il cambiamento climatico, crea posti di lavoro dignitosi, e riduce le dipendenze dalle importazioni. Le nuove tecnologie, promuovendo l'efficienza nell'uso delle risorse e dell'energia, forniscono opportunità di crescita in nuove direzioni, compensando la perdita di posti di lavoro nell'economia inquinate, cd. brown economy. L'efficienza nell'impiego delle risorse, materiali ed energetiche, diventa una proposta di guida, valida sia nel migliorare la gestione dei rifiuti, sia nell'aumentare i trasporti pubblici, nel promuovere gli edifici verdi o nell'accumulare meno rifiuti lungo la catena alimentare.[11]

Il 2 giugno 2011, l'Assemblea generale delle Nazioni Unite ha indetto una giornata dedicata al dibattito sul significato di GE, dopo aver constatato che non è stato ancora raggiunto un accordo, a livello internazionale, su una definizione comune e che molti, fondamentali interrogativi non hanno ottenuto risposte univoche a partire da quello che concerne i fattori caratterizzanti una EC, e dunque la possibilità di identificare le barriere che impediscono di raggiungere una GE e le condizioni per favorirla.[12]

Nell'ambito della GEI ed in vista di Rio+20, l'UNEP ha redatto il Green Economy Report, in collaborazione con economisti ed esperti internazionali. Nel testo, intitolato "Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication", si illustrano modalità e casi di successo per investire in capitale naturale (Agricoltura, Pesca, Acqua, Foreste), per investire nell'efficienza energetica e delle risorse (Energie rinnovabili, Industria manifatturiera, Rifiuti, Costruzioni, Trasporti, Turismo, Città) e per sostenere la transizione verso una GE (Modellizzazione, Attivazione di condizioni favorevoli, Finanza).

Negli ultimi trent'anni l'Unione europea ha adottato provvedimenti in campo ambientale sostanziali e diversificati, volti a migliorare la qualità dell'ambiente per i cittadini europei ed a fornir loro un'elevata qualità della vita. A sostegno degli obiettivi conseguiti con l'approccio classico "command and control", dopo l'introduzione (e l'aggiornamento) di strumenti volontari per la qualificazione dei Prodotti ecocompatibili (1992)[13], per la Gestione ambientale (1993)[14] e le Politiche integrate di prodotto (2001)[15], nuove direttive, regolamenti, politiche e processi sono oggetto di discussione o in via di implementazione. Politiche europee legate alle risorse comprendono la rinnovata strategia di Lisbona[16] e la strategia del commercio Europa Globale (2006)[17], l'iniziativa sulle Materie Prime (2008)[18], il Piano di azione su Produzione e consumo sostenibili e Politica industriale sostenibile (2008)[19], la strategia tematica sull'uso sostenibile delle Risorse naturali[20] ed altre. Nonostante questi atti, è stata messa in luce la perdurante assenza di una strategia in grado di orchestrare le politiche europee per promuovere la rivoluzione dell'ecoefficienza.[21]

11 UNEP, op.cit, pag. 623, 2011

12 UN General Assembly, GA/11083 , ENV/DEV/1219, "United Nations General Assembly to Debate Green Economy, Key Theme for Rio+20", in http://www.un.org/News/Press/docs/2011/ga11083.doc.htm

13 Regolamento (CEE) n. 880/92 del Consiglio, del 23 marzo 1992, concernente un sistema comunitario di assegnazione di un marchio di qualità ecologica, GU L 99 dell' 11.4.1992, pagg. 1–7 e successive modificazioni

14 Regolamento (CEE) n. 1836/93 del Consiglio, del 29 giugno 1993, sull'adesione volontaria delle imprese del settore industriale a un sistema comunitario di ecogestione e audit GU L 168 del 10.7.1993, pagg. 1–18 e successive modificazioni

15 Commissione delle Comunità Europee, LIBRO VERDE SULLA POLITICA INTEGRATA RELATIVA AI PRODOTTI, COM (2001) 68 definitivo, Bruxelles, 07.02.2001

16 Nel marzo 2000, il Consiglio europeo ha conferito all'Unione un nuovo ambizioso obiettivo: diventare entro il 2010 "l'economia basata sulla conoscenza più competitiva e dinamica del mondo, in grado di realizzare una crescita economica sostenibile con nuovi e migliori posti di lavoro e una maggiore coesione sociale."

17 Comunicazione della Commissione al Consiglio, al Parlamento Europeo, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni - Europa globale - Competere nel mondo - Un contributo alla strategia per la crescita e l'occupazione dell'UE, Bruxelles, 4.10.2006 COM(2006) 567

18 Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo e al Consiglio - L'iniziativa "materie prime" : Rispondere ai nostri bisogni fondamentali per garantire la crescita e creare posti di lavoro in Europa, Bruxelles, 4.11.2008, COM(2008) 699

19 Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni sul piano d'azione "Produzione e consumo sostenibili" e "Politica industriale sostenibile", Bruxelles, 16.7.2008, COM(2008) 397 definitivo

20 Risoluzione del Parlamento europeo del 25 aprile 2007 sulla strategia tematica per l'uso sostenibile delle risorse naturali (2006/2210(INI)), GU C 74E del 20.3.2008, pagg. 660–669

21 Rayment M., Pirgmaier E. et al., The economic benefit of environmental policy, A project under the Framework contract for economic analysis, Institute for Environmental Studies, Amsterdam, 2009

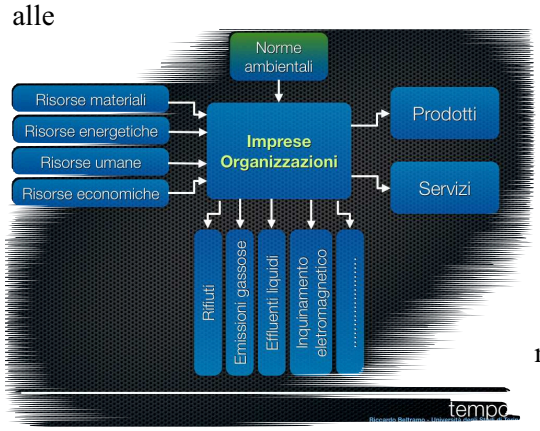
E' stato anche rilevato come, a fronte di prese di posizione degli organismi internazionali e di tanta produzione normativa, si crei un paradosso determinato dalla presenza di troppi standard e di pochi indicatori che consentano di misurare quantitativamente le prestazioni in termini di ecologicità.[22]

Pur comprendendo che il dibattito sulle definizioni affronti temi-chiave, ci pare che vi sia una convergenza tra la GE e lo SS sulle questioni di fondo che riguardano la promozione ed il conseguimento, attraverso politiche e strumenti pubblici, dell'efficienza e l'efficacia nell'uso delle risorse; la trasversalità del tema rispetto ai settori economici e l'orientamento verso aspetti economici e sociali, in aggiunta a quello dell'ambiente.

Stante questo quadro, quale contributo può derivare dagli studiosi di Scienze Merceologiche, collegati con le imprese?

Scienze Merceologiche, Green Economy e Imprese

Nel riflettere sulle relazioni tra GE, studiosi di Scienze Merceologiche ed imprese, può essere d'aiuto riferirsi ad uno schema che ci é familiare (fig. 1), ovvero la rappresentazione di un sistema aperto che, nel tempo, si nutre di materia, di energia, di conoscenze e di risorse economiche per trasformarle in prodotti e/o servizi, output del sistema, insieme ad impatti ambientali. Un sistema aperto che rappresenta le organizzazioni più diffuse, che operano nell'ambito di un sistema chiuso, la Terra, in relazione alle risorse della quale siamo stimolati a pensare in termini di GE e di sostenibilità. La figura 1 ci suggerisce anche che quando riflettiamo sull'attività svolta dagli studiosi di Scienze Merceologiche in campo ambientale, possiamo propriamente collocarci, a livello internazionale, ad una confluenza tra il pensiero di Ludwig Von Bertallanffy, Nicolas Gergescu-Roegen ed Ilya Prigogine. La teoria dei sistemi, arricchita dai contributi sullo studio dell'entropia e dei rapporti tra entropia ed economia caratterizza il nostro studio sulla produzione, le caratteristiche e l'uso delle merci ed è alla base della capacità di movimento lungo le filiere, alla ricerca del metabolismo industriale. Per una lettura rigorosa, lucida e completa delle trasformazioni delle Scienze Merceologiche, desidero ricordare i lavori che la Prof.ssa Ottilia De Marco presentava ai nostri Convegni, un aiuto indispensabile per "fare il punto" e "tracciare la rotta"[23].



Ricerca

Un tratto originario degli studiosi di Scienze Merceologiche é l'interesse per la caratterizzazione delle risorse naturali, delle materie prime (alimentari e non, energetiche), dei prodotti o dei cicli produttivi ovvero l'individuazione di parametri oggettivi, possibilmente rilevabili con metodi scientifici, in grado di esprimere univocamente le proprietà e/o le prestazioni dell'oggetto dello studio, per garantire scambi commerciali corretti ed una corretta informazione al consumatore.

Prima che avvenisse la definizione del concetto di sostenibilità ambientale, il nostro impegno si è distinto nella compatibilità ambientale, a partire dai primi anni'70, includendo nell'ambientale anche l'aspetto energetico. I contributi sono stati ampi, spesso orientati a suggerire nuove scelte strategiche, grazie alla conoscenza delle interazioni tra merci ed ambiente, oppure a proporre indicatori di qualità merceologica che contemplassero il contenuto energetico [24][25] oppure idrico, raccomandando che tali indicazioni, per non essere fuorvianti, fossero "riferite all'intero ciclo vitale, "dalla culla alla tomba", delle merci".[26]

22 "Per tutte le centinaia di marchi ecologici e certificazioni permangono lacune enormi - le categorie di prodotto dove ci sono poche o nessuna etichette o certificazioni. Molti degli standard e certificazioni esistenti sono di ambito limitato, concentrandosi su, ad esempio, il consumo di energia o emissioni di gas serra, ma non necessariamente su uno dei tanti altri impatti di un determinato prodotto può causare all'ambiente." J. Makower, State of Green Business 2011, GreenBiz Group, February 2011

23 http://www.minerva.unito.it/Storia/Articoli/Merceologia02.htm#La%20merceologia%20in%20Italia e http://notiziario-di-merceologia.blogspot.com

24 Nebbia G., "Sul valore energetico delle merci", in Atti del XXIV Congresso Nazionale delle Scienze Merceologiche, Celid, Torino, dic. 2009, pag. 119

25 Spada V., "Innovazioni e prospettive nel settore energetico", op.cit., pag. 120

26 Nebbia G., "Sul valore energetico delle merci", op.cit., pag. 122

Abbiamo vissuto la stagione dello studio delle risorse naturali, sviscerando i molteplici impieghi, primari e collaterali, all'interno di un preciso contesto economico, adoperandoci per fornire indicazioni in grado di "chiudere il cerchio". Sono state oggetto di studio le materie prime artificiali e poi sintetiche. L'approccio analitico ha portato ad una verifica delle applicazioni alla luce dei bilanci di massa e di energia. Quando è stata avvertita l'urgenza del tema ambientale abbiamo avuto modo di misurare il grado di pressione sull'ambiente e di formulare scenari alternativi, sempre con un approccio analitico, evoluto secondo strumenti maturati a livello internazionale, come il Life Cycle Assessment. Credo valga la pena di ricordare come, insieme ad alcuni Colleghi, abbiamo dato vita nel 1999, a Torino con l'Environment Park, alla Associazione Italiana LCA della quale oggi la rete LCA eredita la mission e come l'impegno in questo campo stia continuando.

Percorrendo l'asse dei tempi possiamo determinare delle relazioni tra i principali mutamenti delle politiche e degli strumenti ambientali, prima nazionali e poi europei, delineati in apertura, e le Scienze Merceologiche. Nei mutamenti delle politiche ambientali possiamo leggere una crescente ricerca di ecocompatibilità, dall'impostazione command and control agli strumenti volontari, nei lavori condotti in parallelo dagli studiosi di Scienze Merceologiche una capacità propositiva o di adattamento nei confronti delle tematiche nuove. Infatti, quando la compatibilità ambientale ha perso terreno rispetto al concetto emergente di sostenibilità, il dibattito scientifico si è trasformato, affiancando al rigore metodologico delle discipline scientifiche (fisica, chimica, farmacia, biologia, scienze naturali, ecc...) gli argomenti di quelle umanistiche.

La capacità di lettura critica delle normative ambientali e di esplorazione dei nuovi strumenti volontari sono state possibili grazie al graduale cambiamento della composizione della comunità dei Merceologi, caratterizzata fino a trent'anni fa prevalentemente da laureati in ambito scientifico ed oggi da laureati in economia, determinando un cambiamento di posizionamento assoluto, da C01B al settore SECS P13, e relativo, nell'ambito delle Scienze economiche. Le riorganizzazioni dei Dipartimenti hanno prevalentemente determinato aggregazioni con gli Economisti aziendali e con i Geografi. Esistono, poi, strutture dotate di laboratori o che lavorano in collaborazione con laboratori di analisi chimiche che rendono possibile una produzione scientifica classica. Pertanto, oggi, sarebbe improprio qualunque tentativo di compiere rigide periodizzazioni e valutazioni perché si opererebbe su dati riferiti ad universi di diversa composizione e poiché, accanto ad una produzione scientifica contenente i caratteri originari della Merceologia che mantiene e vede rivalutati, alla luce della GE, i propri contenuti, si sono affiancate nel tempo nuove linee evolutive, in cui sono emersi originali declinazioni degli insegnamenti ricevuti, i travasi di esperienza dai Chimici merceologi agli Economisti merceologi e, successivamente, tra questi ultimi e studiosi di altre discipline. Ma un tratto comune, che si è intensificato nel tempo soprattutto nei lavori che rivestono carattere di ricerca, è quello del rapporto con le imprese.

L'attenzione dedicata alla qualità dei processi ovvero alle modalità di trasformazione e di combinazione di materia, energia e conoscenze si è trasferita nella capacità di ideare e progettare sistemi di gestione per la qualità, per l'ambiente, per la sicurezza e per la responsabilità sociale e poi sistemi integrati e ci ha portato ad esplorare sistemi aperti in ambiti diversi dalle imprese manifatturiere, entrando in relazione con il settore terziario. Considerando poi che anche le città o altre porzioni di territorio amministrativamente definite sono un sistema aperto[27], assimilabile agli organismi viventi, abbiamo operato con enti pubblici le cui attività si concretizzano nel governo del territorio, dove siamo stati in grado di esprimere proposte innovative [28][29][30], nuove regole di gestione del territorio.[31]

Sul lato degli output, la nostra società è caratterizzata dalla disponibilità crescente di beni, di prodotti immessi sul mercato sempre più rapidamente, fatti invecchiare artificialmente per indurre nuovi bisogni nei consumatori, ben lungi dalla logica del prolungamento del ciclo di vita. "Sfortunatamente, l'evoluzione

27 Tiezzi E., Tempi storici Tempi biologici, pag. 46, Garzanti, 1992

28 Beltramo R., Duglio S., Quarta M., "Sistema di Gestione Ambiental-Paesaggistico - SGAP: Una metodologia per la gestione integrata dell'Ambiente e del Paesaggio", Aracne Editrice, Roma, 2011

29 Beltramo R., Caffa S., Duglio S., "Il Sistema QIT: uno strumento di "Qualità Integrata Territoriale", Valutazione Ambientale, n. 16, Edicom Edizioni, Luglio-Dicembre 2009, pp. 75-84.

30 Beltramo R., Dai parchi ecoindustriali alla definizione del concetto di APEA: esperienze internazionali e nazionali, Quaderni per il governo del Territorio, Regione Piemonte, Torino, 2009.

31 Saragosa C., L'insediamento umano - Ecologia e sostenibilità, pag. 104, Donzelli Editore, Roma, 2005

esosomatica non è stata una benedizione senza macchie. Ha messo il genere umano di fronte a due situazioni difficili. La prima è l'assuefazione alle comodità (legittime, ma solo fino a un certo punto) fornite dagli organi esosomatici, ma anche al "piacere" derivante dai gadget più stravaganti e più ingombranti ….[32]
Viviamo costantemente in questo scenario, tra la consapevolezza di dover e poter rallentare per un benessere maggiormente condiviso a livello mondiale ed il ritmo incalzante determinato non da innovazioni radicali, ma da una disponibilità continua di beni di consumo, nella maggioranza dei casi, sempre più performanti, ma incuranti dell'ambiente.
"Per determinare un effettivo cambiamento, l'innovazione deve essere sempre accompagnata da una sua diffusione nel mercato"[33], un'affermazione che vale anche per la GE e che segna una delle ragioni per intensificare il rapporto con le imprese, con le quali operare per determinare innovazioni, valutandone l'impatto economico ed ambientale, per individuare terreni di collaborazione che portino risorse per i ricercatori e per le imprese. Le attività compiute nell'ambito dei progetti PRIN oppure attraverso convenzioni di ricerca o, ancora, per mezzo di semplici, ma significative collaborazioni con le imprese dimostrano l'esistenza di spazi già coltivati che potrebbero espandersi, valorizzando i collegamenti con studiosi di altre discipline. Il dialogo con le Associazioni industriali può portare a lavori aventi un impatto benefico e concreto sull'economia, indirizzandola verso un percorso verde, sia per quanto concerne la collaborazione nel definire nuovi prodotti (Ecodesign, LCA) che sistemi di gestione. "L'interdipendenza tra cambiamento tecnologico, cambiamento culturale e cambiamento strutturale pone la necessità di agire su più fronti in maniera sistemica per realizzare quel metabolismo industriale che comporta una eco-ristrutturazione della società"[34]. Argomenti analoghi sono proponibili anche nel settore dei servizi, a partire dalle attività turistiche che presentano una forte vitalità nel nostro Paese.

Il lavoro analitico, svolto sui singoli elementi della figura oppure legandoli in modo sistemico, ha promosso una domanda di un cambiamento paradigmatico, suggerendo percorsi verso la società bioetica che "presuppone una rinascita della chimica e merceologia delle sostanze organiche naturali.... il nuovo capitolo dovrebbe prestare maggiore attenzione alla merceologia delle sostanze organiche presenti negli organismi vegetali ed animali, sia alla luce dei crescenti vincoli ambientali, sia in vista della produzione di nuove merci e di nuovi materiali commerciali .... i merceologi, i chimici e le imprese dei paesi industrializzati come il nostro potrebbero utilmente collaborare a creare nuove merci, processi e occasioni di occupazione e di impresa, con vantaggio sia per il Sud sia per il Nord del mondo, ricordando anche che molte soluzioni sono già state trovate e poi sono state abbandonate, con un impoverimento del patrimonio di conoscenze, un processo simile alla perdita del patrimonio di biodiversità".[35]

Didattica
Con l'ampliamento del dibattito sulle tematiche ambientali, nelle Università sono stati avviati percorso di studio appositi e, di nuovo, ci siamo mossi con notevole anticipo, negli anni '70 e nei primi anni '80, con corsi di Ecologia e di Tecnologia sociale. Nell'ambito delle Facoltà di Economia, hanno assunto una coloritura verso il verde anche i percorsi tradizionali, con un'intensità variabile, ma onnipresente. Coerentemente con l'evoluzione della Scienze, si è assistito ad una crescita di specializzazione, ed abbiamo sofferto una diminuzione dell'importanza assoluta e relativa delle Scienze Merceologiche. La visione ampia e sistemica, promossa dalla Scienze Merceologiche, nel trattare i problemi dell'uso delle risorse è passata in secondo piano rispetto ad acquisizioni più specialistiche. La visione globale è stata frammentata nelle discipline nascenti e da ciò è discesa la mancanza di un approccio organico ai temi dello sviluppo. La decurtazione dei corsi di Merceologia nelle Scuole medie superiori ha promosso la scarsa o nulla conoscenza delle merci e, di conseguenza, degli impatti ambientali derivanti dalle merci. Una miopia di tal portata è stata favorita anche dal diffondersi di un concetto esasperatamente astratto di economia, una disciplina che alcuni vorrebbero determinata da agenti artificiali, che operano in ambienti omogenei, o peggio asettici, con risorse e capacità di carico infinite, e che la propensione e le aspettative determinino la prevalenza dell'immateriale sul materiale, sulle merci, aprendo la strada ad una mancanza di solidarietà con la natura e con gli altri esseri umani, astraendosi dal ruolo fondamentale "che le cose materiali - le risorse naturali e i beni fabbricati, le merci - hanno nel soddisfare tali bisogni. Alle risorse naturali e alle merci, alla loro produzione e qualità e

32 Georgescu-Roegen N., a cura di Mauro Bonaiuti, Bioeconomia, Bollati Boringhieri, 2009, pag. 116
33 Ciraolo L., "Strumenti di gestione ambientale, innovazioni tecnologiche e competitività delle organizzazioni", in Atti del XXIV Congresso Nazionale delle Scienze Merceologiche, Celid, Torino, dic. 2009, pag. 84
34 Ciraolo L., op.cit, pag. 100
35 Nebbia G., "Alla ricerca di una società biotecnica", in Atti del XVII Congresso Nazionale di merceologia. Lecce 3 – 5 ottobre 1996, Adriatica Salentina, Lecce, 1996, pag. 61 e http://www.fondazionemicheletti.it/nebbia/dettagli.aspx?id_articolo=269

uso, è affidato il potere di aiutare persone e popoli poveri e meno dotati ad avviarsi verso un genuino sviluppo umano, e di aiutare persone e popoli opulenti a fare migliore uso di quanto possiedono."[36]
Oggi, la GE e lo sviluppo sostenibile richiamano la necessità di consapevolezza del rapporto tra trasformazioni delle risorse ed ambiente e la visione globale propugnata dai merceologi. Un aspetto che motiva un impegno internazionale verso la GE è quello del lavoro, della creazione di posti di lavoro che sarebbe favorita da una transizione dall'economia inquinante alla GE. Non sorprende che, in assenza di una definizione condivisa a livello internazionale di GE, anche la questione delle professioni verdi sia piuttosto dibattuta in termini definitori e, di conseguenza, di stime numeriche. Secondo l'OIL, i "lavori verdi" non si limitano a quei settori dell'occupazione collegati direttamente alla protezione dell'ambiente, ma un posto di lavoro verde è un lavoro che contribuisce alla transizione verso un'economia sostenibile, favorendo il risparmio energetico, l'utilizzo di energie rinnovabili, il risparmio di risorse naturali e la conservazione e il ripristino dell'ecosistema e della diversità biologica, prevenendo al contempo la produzione di rifiuti e l'inquinamento atmosferico. Non serve concentrarsi solo verso le tecnologie di punta, ma occorre considerare che tutti i livelli di qualifica saranno fortemente interessati dal passaggio ad una maggiore sostenibilità. Inoltre, per equità ed inclusività, è necessario garantire che tale passaggio rappresenti un'opportunità per tutti: giovani e anziani, donne, lavoratori all'interno e al di fuori del mercato del lavoro. [37]

Rinnovare o indurre consapevolezza sul rapporto esistente tra produzione ed ambiente, attraverso le metodiche che ci sono proprie, è un ruolo che possiamo svolgere per rispondere a questa nuova domanda di formazione e che è centrale per favorire il decollo della GE.

Lo Scatol8® della sostenibilità

Come sintesi tra Ricerca e Didattica nel campo della sostenibilità, è maturato nel DSM dell'Università di Torino il concept "Scatol8®"[38], un sistema di telerilevamento di variabili ambientali e gestionali, progettato da un team multidisciplinare, nell'ambito del Progetto Interreg (2007-2013) "V.E.T.T.A., Valorizzazione delle Esperienze e dei prodotti Turistici Transfrontalieri delle medie e Alte quote", e sperimentato in collaborazione con Rifugi alpini, vere e proprie imprese turistiche.

La predisposizione di tale attività progettuale nasce dalla constatazione che, da un lato, per gestire al meglio gli aspetti legati alla sostenibilità ambientale non è possibile prescindere dalla conoscenza diretta, precisa ed aggiornata del proprio profilo ambientale e, dall'altro, che i metodi di rilevazione classici possono comportare un aggravio in termini di lavoro al Gestore, già occupato a trattare i molteplici aspetti dell'attività quotidiana. Simili considerazioni sono valide, sulla base di altre esperienze compiute, anche per le Piccole e Medie Imprese, in generale.

Un dispositivo ideato per rilevare in automatico le variabili e permettere una lettura in tempo reale e con tecnologia opensource può assolvere agevolmente a tale necessità.
Tale sistema, consistente in una rete wireless formata da un microcontrollori e da una varietà di sensori remoti, è stato perfezionato con attenzione ad aspetti di sostenibilità, attraverso la preferenza e l'adozione di codici opensource, di tecnologie a basso costo (tenendo conto della necessità di resistenza alle condizioni climatiche specifiche delle montagne), e l'uso di materiali riciclati. Grazie a tali scelte il sistema è modulabile, può essere ulteriormente sviluppato e migliorato (cioè aumentando il numero degli indicatori o la precisione di alcune misure), con un'incidenza di costo minimo. Le variabili oggi misurate, riguardo al contesto naturale, sono: temperatura, umidità, intensità del vento, irraggiamento solare, qualità dell'aria, qualità dell'acqua, livello delle precipitazioni (pioggia e neve); nel contesto aziendale: consumo elettrico, produzione di rifiuti, consumo di acqua. Sono in via di definizione ulteriori componenti per rilevare variabili di carattere territoriale, utili alla valutazione delle trasformazioni indotte dalle attività antropiche, impattanti dal punto di vista paesaggistico. I dati raccolti possono essere memorizzati su un database oppure essere inviati via Internet, al fine di consentire allo stesso tempo nelle misurazioni in situ e da postazione remota, in

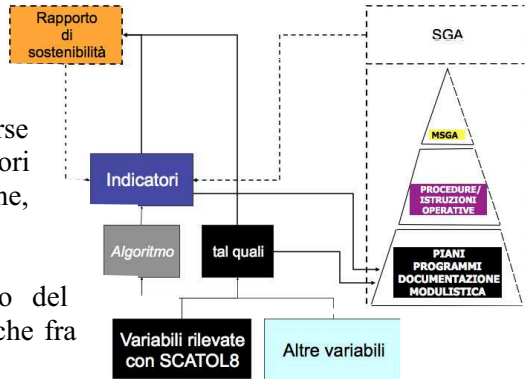
36 Nebbia G., Il potere delle merci, pag. 51 http://www.fondazionemicheletti.it/altronovecento/articolo.aspx?id_articolo=11&tipo_articolo=d_saggi&id=155

37 Relazione sullo sviluppo del potenziale occupazionale di una nuova economia sostenibile (2010/2010(INI)), Commissione per l'occupazione e gli affari sociali, Relatore: Elisabeth Schroedter, 20 luglio 2010

38 Beltramo R., The SCATOL8™: an innovation for shifting from Environmental and Landscape Management System (ELMS) to the Eco-Land-Web-Scape Management System (ELWSMS), Romanian Distribution Committee Magazine, Volume 2, Issue 2, 2010, pp. 16-23, http://www.distribution-magazine.ro/magazine2/

considerazione dell'importanza di entrambi i tipi di osservazioni. L'itinerario che ci si propone di compiere è illustrato nella Figura 2 e prevede l'integrazione tra le variabili rilevate e gli strumenti di gestione volontari più diffusi, fino alla formalizzazione di un Rapporto di Sostenibilità.

Scatol8® risulta quindi costituito da hardware e software che si prestano ad applicazioni personalizzate e può essere il fulcro di varie attività di sensibilizzazione e di formazione sulla sostenibilità. La scelta del nome "Scatol8®" trasmette l'idea di un congegno amichevole, artigianale, facile da comprendere e da impiegare. Accessibilità che viene comunicata anche attraverso la trasparenza del contenitore. In linea con la filosofia della comunità di sperimentatori delle piattaforme opensource, nella fase di sviluppo del prototipo dello Scatol8® si è lavorato su varie soluzioni per il contenitore, attraverso il reimpiego di imballaggi e di componenti di recupero. La volontà di creare un sistema utile ad aumentare la consapevolezza tra consumi ed ambiente, si è tradotta in diverse soluzioni del packaging di Scatol8®, con l'impiego di contenitori per prodotti alimentari, sia in plastica che in cartone, opportunamente elaborate per garantire l'adeguatezza all'uso.



L'impegno del DSM dell'Università di Torino nell'ambito del Progetto V.E.T.T.A. prevede altre due linee di attività, sinergiche fra di loro:

1. Analisi dell'offerta turistica alle medie ed alte quote del territorio del Verbano Cusio Ossola (VCO), con una particolare attenzione ai rifugi alpini.
2. Definizione di una Carta di Qualità per i rifugi alpini ed escursionistici.

Analisi dell'offerta

Per quanto concerne l'analisi dell'offerta si é operato secondo modalità distinte, in relazione ai turisti ed alle strutture ricettive.

Da un lato, l'obiettivo è stato comprendere la percezione dell'offerta turistica da parte dell'ospite nel "territorio pilota", le vallate del VCO, attraverso la somministrazione di un questionario che ha interessato circa 400 intervistati nella stagione estiva del 2010. Il questionario è stato suddiviso in due tipologie, con domande specifiche nel caso di intervista del turista presso il rifugio o presso una diversa tipologia di struttura ricettiva. Le domande hanno riguardato la percezione dell'offerta turistica sia della struttura ove si è svolta l'intervista, sia della valle in cui la struttura stessa è localizzata.

Dall'altro lato, si sono definiti gli elementi necessari ad un inquadramento territoriale, demografico ed economico delle Valli Ossolane (attività portata a termine nell'estate 2011), si sono elaborati documenti derivanti da fonti bibliografiche e sitografiche e si sono condotte attività sul territorio che hanno consentito il reperimento di materiale informativo e contatti con operatori locali.

Nella valutazione più specifica della ricettività turistica del territorio e del suo "peso" sul totale delle attività economiche, l'attenzione dei ricercatori si è concentrata soprattutto nella valutazione dell'offerta di quelle strutture che rappresento l'icona del turismo alle medie ed alte quote, i rifugi alpini.

Nella stagione 2010 sono stati visitati 26 rifugi ed intervistati altrettanti Gestori attraverso una check-list tecnologica e gestionale contenente circa 150 domande, inserite in 5 differenti sezioni, riguardanti aspetti strutturali dell'involucro edilizio e della sua collocazione nell'ambiente, aspetti impiantistici (captazione e trattamento acqua, produzione di energia elettrica e termica, gestione dei rifiuti, ecc...) ed aspetti caratterizzanti le modalità di erogazione dell'offerta turistica (ad esempio l'utilizzo di prodotti alimentari tradizionali del territorio, l'offerta di attività a supporto della ricettività, ecc.). Le risposte e le considerazioni dei gestori sono state inserite in un database realizzato con software open–source, per agevolare l'aggiornamento a seguito di eventuali modifiche. Nell'estate 2011 l'attività é stata replicata su altre 26 strutture.Oggi la metodologia ideata viene proposta, dalla Regione Piemonte agli altri partner, attraverso il progetto V.E.T.T.A., come standard per rilevare le dotazioni impiantistiche e le modalità gestionali dei Rifugi lungo l'arco alpino.

Il medesimo database contiene anche le interviste svolte agli ospiti, associate alla struttura nella quale sono state rilevate, rendendo così possibili correlazioni tra efficacia degli impianti e percezione degli ospiti.

Le informazioni contenute nel database rivestono anche la funzione di indirizzare le politiche regionali verso il turismo sostenibile, suggerendo al legislatore interventi migliorativi della compatibilità ambientale e paesaggistica delle strutture. I dati rilevati permettono di formulare valutazioni costi e benefici, economiche ed ambientali, volte ad orientare politiche che, incidendo sull'efficienza delle strutture e degli impianti, elevino la qualità dell'offerta turistica.

La Carta di Qualità

L'obiettivo finale dell'attività è elaborare uno strumento in grado di qualificare le strutture sotto il profilo ambientale, in un'ottica di valorizzazione del territorio, di riavvicinamento alla montagna e di diffusione della cultura di montagna. Le aree tematiche di interesse della Carta di Qualità concernono aspetti legati all'offerta delle strutture ricettive come l'accoglienza, l'impiego di prodotti locali, le caratteristiche strutturali, di sicurezza ed igiene, di accessibilità e fruibilità e di sostenibilità ambientale. Il tema della Carta di Qualità, quindi, è legato all'analisi dell'offerta dei rifugi espressa nel punto precedente che permette di comprendere quale sia il "punto di partenza" dal quale elaborare lo strumento.
Nel 2010 é stata predisposta una bozza di criteri, suddivisi per rifugi alpinistici ed escursionistici, così come definiti dalla L.R. 8/2010; la bozza è stata applicata per una verifica preliminare, durante il periodo di apertura delle strutture, presso 6 dei 26 rifugi alpini oggetto di attività di analisi dell'offerta. La scelta è ricaduta su rifugi collocati lungo i tour storici individuati dal progetto (sentiero SFT Simplon Fletschhorn Trekking, Tour dei Minerali, Via dei Torchi e dei Mulini - Strada Antronesca) e contestualmente che rappresentassero le due categorie previste dalla legge regionale (alpinistici ed escursionistici). Nel mese di novembre dello scorso anno si è svolto un tavolo di lavoro al quale sono stati invitati a partecipare i gestori ed i proprietari delle strutture interessate dal primo anno dell'attività per approfondire l'applicabilità/validità dei criteri individuati.
I criteri individuati per la Carta di Qualità sono stati successivamente condivisi con ISNART, IStituto NAzionale Ricerche sul Turismo, ente operativo delle Camere di Commercio con il quale il DSM ha iniziato una proficua collaborazione, promossa dalla Regione Piemonte e sancita attraverso un Protocollo di intesa, avente come oggetto la creazione del marchio "Ospitalità Italiana per rifugi escursionisti ed alpini". Nell'estate 2011 sono state effettuate le prime visite per il rilascio del Marchio Ospitalità Italiana a Rifugi del VCO, del Biellese e del Cuneese. Attraverso l'ISNART il marchio, costruito sui criteri definiti dal nostro Dipartimento, viene promosso a livello nazionale nella rete delle Camere di Commercio e proposto in ambito europeo per diventare standard riconosciuto dai Paesi in cui si svolge turismo montano.

Conclusioni

In un mondo caratterizzato da rapidi ed intensi cambiamenti e da molteplici, difficilmente prevedibili inter-retro-relazioni, come Studiosi di Scienze Merceologiche rappresentiamo una specie che sperimenta un problema prettamente ecologico, quello della sopravvivenza. La reazione positiva agli ostacoli che vengono posti lungo il cammino di studiosi può maturare anche dal rapporto con altre specie all'interno della propria comunità come quella delle imprese, caratterizzata da grande varietà e capacità di cambiamento. La globalizzazione dell'economia e gli strumenti informatici ampliano le occasioni di rapporti, espandono l'area relazionale. Le politiche internazionali incoraggiano la cooperazione per la ricerca tra studiosi e l'integrazione con le imprese, ci portano a guardare verso orizzonti più ampi e quelle per lo sviluppo sostenibile ci indicano come unica strada una strategia win-win in cui si possa prosperare come umani (e come studiosi) in un ambiente sano. In passato, produrre risultati scientificamente inattaccabili e diffonderli nel mondo accademico era condizione necessaria e sufficiente per essere apprezzati come singoli e come gruppo nell'élite scientifica. Oggi non è più sufficiente. I cambiamenti riguardano anche la nostra professione: ricercatori e professori prima; manager della ricerca oggi, piccoli imprenditori impegnati nei nostri dipartimenti a far sopravvivere una lunga tradizione di studi. Nel dibattito sulla sostenibilità viene spesso richiamata l'importanza di una solidarietà tra il Nord ed il Sud del mondo. In un momento di forte competizione tra gruppi disciplinari, credo che dovremmo trasporre questa sensibilità al nostro interno agendo, grazie all'attività dell'AISME, come una Scuola di Scienze Merceologiche che mantiene vive le relazioni tra i vari gruppi distribuiti sul territorio nazionale ed europeo, capitalizzandone i risultati conseguiti, sfruttando tutte le possibilità offerte dall'informatica, per presentarsi compatta a livello nazionale, valorizzando le proprie diversità per agire in rete, proponendosi alle imprese della GE. Ho l'impressione che,

per guardare avanti cioè per adattarsi ai rapidi ed insidiosi mutamenti valorizzando i nostri tratti caratteristici, sia indispensabile guardare indietro, ovvero riscoprire il patrimonio di lavori compiuti in passato dai nostri Maestri e guardarci di fianco cioè individuare riferimenti per costruire reti di collaborazione tra di noi e con partner di altre discipline, da decidere caso per caso, in relazione alle opportunità di finanziamento offerte a livello europeo e nazionale.

Summary
SCHOLARS OF COMMODITY SCIENCE WITH ENTERPRISES TOWARDS GREEN ECONOMY
The paper discusses the relations between Green economy and sustainable development, to evaluate the role of the scholars of Commodity Science compared to the themes stressed by environmental policies. Noting that, over time, have changed the composition of the Commodity Science scholars'population and the relative importance of the Commodity Science area within Universities, are proposed and discussed some actions to strengthen the relationship between academics and businesses. Finally is presented the SCATOL8 ®, an example of a tool developed by a multidisciplinary team within the DSM, University of Turin, in collaboration with companies and within a European project, to educate for sustainability, promoting awareness on the relationship between human activities and environment.

IL GOLF IN SARDEGNA: OPPORTUNITÀ DI SVILUPPO O MINACCIA AMBIENTALE?

GIUSEPPE MELIS, LORENZO SPANEDDA
Dipartimento di Scienze Economiche e Aziendali, Università degli Studi di Cagliari
Viale Sant'Ignazio 74, 09123 Cagliari (CA)
e-mail: spanedda@unica.it

Riassunto

La pratica del golf interessa un numero sempre crescente di giocatori, che in molti casi si spostano da una parte all'altra del Mondo alla ricerca di nuovi impianti su cui confrontarsi. Ciò comporta significative conseguenze sul movimento turistico internazionale. D'altro canto, però, la realizzazione e la gestione dei campi da golf sono da tempo al centro di un ampio dibattito internazionale, soprattutto per gli impatti ambientali collegati a queste attività. In particolare, gli aspetti più critici riguardano i consumi idrici, l'uso di diserbanti e fitofarmaci, la tutela della fauna e della flora. La Sardegna, per la sua posizione geografica e per il clima mite, è una tradizionale meta di vacanze e potrebbe trarre dallo sviluppo del settore golfistico notevoli vantaggi economici, legati soprattutto all'ampliamento della stagione turistica, naturalmente a patto che ciò avvenga nel pieno rispetto delle caratteristiche dell'Isola e del suo ambiente.

Introduzione

Il fenomeno turistico è in continua e costante crescita, come è facile rilevare attraverso la consultazione delle statistiche pubblicate periodicamente sul sito *web* della *World Tourism Organization* (WTO): nel solo periodo 1995 – 2010 il numero dei turisti (misurato in termini di arrivi internazionali) è passato da 528 milioni a 935 milioni (+77%), con solo alcune pause o lievi riduzioni tra il 2000 e il 2001, tra il 2002 e il 2003 e tra il 2008 e il 2009. Il fenomeno, come dimostrano i numerosi studi a carattere sociologico, psicologico e manageriale, evolve anche in termini qualitativi, sia sotto forma di nuovi e più articolati e complessi bisogni che i turisti manifestano in ordine alle proprie esigenze di viaggio, sia dal punto di vista della comparsa di nuovi Paesi generatori di flussi turistici e di nuove destinazioni. I dati della WTO evidenziano che l'Europa raccoglie il 51% degli arrivi internazionali, mentre il tasso di crescita è stato nel 2010 di appena il 3% rispetto al 2008 (in proposito si ricordi che i dati sono stati influenzati negativamente dalla chiusura dello spazio aereo nel mese di Aprile dello scorso anno e dalla crisi economica che ha colpito e che ancora interessa una parte importante dei Paesi dell'Europa occidentale); i territori dell'Asia e del Pacifico hanno attratto il 22% del totale degli arrivi internazionali, ma con un tasso di crescita rispetto a due anni prima del 13% e superando in valore assoluto la storica soglia di 204 milioni di arrivi; il continente americano ha raccolto il 16% degli spostamenti turistici internazionali, con circa 150 milioni di arrivi e una crescita del 7% rispetto al 2008; una rapida crescita è stata registrata anche nelle regioni del Medio Oriente, con un incremento del 14% rispetto al 2008, ma in valore assoluto il numero degli arrivi internazionali è il 6% del totale; il continente africano ha accolto nel 2010 il 5% del totale degli arrivi internazionali e ha manifestato un tasso di crescita del 6% rispetto ai due anni precedenti, anche se occorre ricordare che un impulso notevole a questo risultato è stato dato dai campionati mondiali di calcio svoltisi in Sudafrica. Il turismo, pertanto, si può considerare come quel tipo di attività economica per cui, esclusi alcuni momenti contingenti, non si ritiene ci possa essere crisi nel medio e lungo termine, giacché il desiderio o la necessità di spostarsi dalla propria residenza abituale sono connaturati nella natura umana. Peraltro, la crisi delle attività economiche tradizionali porta molti territori ad individuare una propria vocazione turistica, definendo cioè una strategia che consenta agli stessi di diventare destinazione turistica, cioè un "luogo obiettivo di viaggio" che il turista desidera visitare grazie alle attrazioni naturali e artificiali che esso offre. Un luogo, pertanto, non è di per sé destinazione ma lo diventa quando "il mercato ne acquisisce consapevolezza e quando questa consapevolezza si traduce in domanda effettiva anche grazie alla capacità di comunicare i servizi offerti". Ciò ha indotto soprattutto gli studiosi di *management* e di marketing turistico in particolare ad individuare gli elementi costitutivi di una destinazione, che sono, rispettivamente, uno spazio geografico, un'offerta (il prodotto) e un mercato che intende "comprare" quell'offerta e, infine, un aggregato di risorse, strutture, attività e attori che eroga l'offerta. Perché un territorio diventi destinazione, pertanto, occorre il riconoscimento da parte di un adeguato numero di persone disposto a visitare quella determinata area geografica. Senza questa operazione di percezione soggettiva da parte di clienti e consumatori potenziali la

destinazione non esiste come tale. Quanto ai fattori che influiscono sullo scambio di flussi di persone tra regioni generanti e regioni di destinazione, Leiper ha rilevato che essi dipendono da numerosi fattori, definiti in letteratura *push and pull*, alcuni dei quali sono legati a elementi naturali, sociali e culturali in gran parte indipendenti dall'attività dell'uomo, anche se di recente è stata anche proposta una lista dei fattori di competitività di una destinazione. Da ciò derivano conseguenze di carattere economico, alcune positive, quali la produzione di reddito e ricchezza, la creazione di occupazione, l'attivazione di altre produzioni collegate (abbigliamento e attrezzature), l'aumento della qualità della vita, l'abbellimento dei luoghi, la riduzione dello spopolamento di aree che potrebbero diventare marginali, il recupero e la valorizzazione delle culture e delle tradizioni locali, l'apertura a nuove relazioni e scambi di conoscenze, e altre negative, quali, per esempio, la nascita di attività speculative, la rottura di equilibri interni di una comunità, il maggior consumo del territorio e delle sue risorse naturali, l'inquinamento, la mercificazione, la banalizzazione e la museificazione di tradizioni locali, lo spiazzamento sugli altri settori di attività economica. In tutto questo diventa fondamentale l'azione di programmazione delle attività turistiche e la valutazione degli investimenti che si vogliono realizzare tenendo conto di tutti gli aspetti appena citati. All'interno di questo quadro si colloca questo lavoro di ricerca che si propone di considerare, seppure in estrema sintesi, l'impatto derivante dalla realizzazione di 20 nuovi campi per il gioco del golf in Sardegna, possibile, anzi auspicabile, secondo una proposta di legge regionale ormai prossima all'approvazione.

Il fenomeno del *golf tourism* e le sue dimensioni

Il turismo legato al golf viene compreso nell'ambito del turismo sportivo che, come mostrano alcuni dati recenti, è una delle aree dell'industria turistica a più forte crescita. Sebbene l'origine del turismo a fini sportivi risalga agli antichi giochi olimpici, è solo di recente che sono state comprese le potenzialità del turismo sportivo per trasformare i territori in destinazioni turistiche o per integrare, ampliandola, l'offerta di destinazioni già esistenti. La conseguenza è stata la realizzazione di investimenti appropriati per "aggredire" le nicchie di mercato sensibili a questi tipi di offerta. Il tema in oggetto ha suscitato interesse anche in ambito accademico e da parte del grande pubblico, come si evince dall'analisi delle pubblicazioni aventi ad oggetto il turismo sportivo. Anche molti dei periodici sul turismo sportivo hanno focalizzato l'attenzione sulla descrizione e la definizione del concetto di viaggio sportivo, che in sintesi include i seguenti tipi di spostamenti: a) quelli che riguardano la pratica dello sport, sia a livello competitivo che ricreativo; b) quelli che vengono posti in essere allo scopo di assistere a manifestazioni sportive, siano esse di tipo elitario o a livello principiante; c) quelli di coloro che vanno a visitare attrazioni sportive. In base a ciò si può ritenere che il turismo legato al golf consenta di individuare tre principali categorie di turisti: quelli che vanno in vacanza principalmente per giocare a golf; quelli che praticano il golf come attività secondaria durante le loro vacanze o durante i loro viaggi d'affari; quelli che assistono ai tornei come spettatori o visitano attrazioni golfistiche. Per quanto riguarda i principali dati che danno conto del fenomeno golfistico si consideri prima di tutto il numero delle persone che praticano il golf: secondo un'indagine condotta nel 2008 il numero dei giocatori nel Mondo era stimato in circa 59 milioni, mentre secondo altre fonti nel 2010 tale numero oscillerebbe tra i 64 e i 68 milioni. Si tratta di circa l'1% della popolazione mondiale, così distribuita tra i diversi continenti: oltre la metà, pari al 58%, risiede nel Nord-America (Canada e USA), il 24% in Asia, il 12% in Europa. Con percentuali più modeste si trovano l'Oceania, con il 3%, il Sud America, con il 2%, e il Sud Africa, con appena l'1%. Anche in questo caso, tuttavia, secondo rilevazioni più recenti la distribuzione sarebbe invece la seguente: America 58%, Asia, 22%, Europa 16%, Australia 3%, Africa 1%. Il numero dei golfisti che ogni anno viaggiano per turismo, secondo alcune stime di qualche anno fa si attesta tra il 5 e il 10% del totale dei giocatori che vanno all'estero per giocare a golf e partecipare a tornei internazionali; una ricerca dell'inizio del 2011 indica in circa 25 milioni il numero di questi turisti giocatori. Le principali aree generatrici di turisti che giocano a golf sono gli Stati Uniti, la Gran Bretagna, il Giappone, il Canada e l'Australia. Il segmento più sviluppato è rappresentato da coloro che si spostano per praticare l'attività sportiva, ma negli ultimi anni c'è stato un rallentamento e il numero di golfisti *core* si è ridotto, in particolare nei mercati maturi come quelli anglosassoni. Viceversa, il numero dei golfisti occasionali è cresciuto nel Mondo e diversi *tour operator* hanno approfittato della situazione per offrire vacanze a tema golfistico; inoltre, il golf è diventato una parte importante dei pacchetti che hanno per oggetto principale meeting e conferenze. Nel Mondo ci sono circa 32.000 campi, distribuiti in 140 Paesi, e fino ad ora le destinazioni più attrattive per i turisti golfisti sono state il Nord America, la Spagna e il Portogallo. In Europa ci sono circa 6.000 campi da golf (corrispondenti al 18,75% del totale mondiale) ma, nonostante questo, il Vecchio Continente spesso e a torto viene considerato un mercato maturo. L'Europa, infatti, presenta un potenziale di crescita considerevole in termini di movimento golfistico, soprattutto se si considera che la

quota di persone che praticano il golf è ancora molto bassa (inferiore all'1% della popolazione) se paragonata per esempio a quella degli Stati Uniti, dove raggiunge il 10%. Peraltro, dei 30 milioni di golfisti presenti negli USA, che rappresentano circa il 42% del totale del mercato golfistico, circa 11 milioni viaggiano all'interno del loro Paese per giocare a golf. Di particolare rilievo è anche il fatto che il 35% di questi viaggi viene effettuato con il trasporto aereo. Un elemento fondamentale, che va tenuto presente nel momento in cui si vuole definire un'offerta per i golfisti che viaggiano, riguarda ciò che essi richiedono sotto forma di servizi o di benefici. Utili a questo proposito sono le analisi di profilo che permettono di tracciare in linea generale le caratteristiche del giocatore di golf e, se possibile, individuare differenze in tali bisogni, in base a variabili socio-demografiche, comportamentali o legate all'insieme di attività, interessi ed opinioni che ciascuno di essi può avere in ordine a diversi aspetti della vita sociale. Sotto questo aspetto, in termini molto generali, emerge che la maggior parte dei golfisti nel Mondo è rappresentata da uomini, spesso di mezza età e con non troppi impegni lavorativi, magari perché hanno ricevuto un pensionamento anticipato. Tuttavia, questo profilo sta cambiando, sia perché sempre più donne si stanno affacciando al mondo del golf, sia perchè vi sono molti giovani che si stanno avvicinando a questo sport fin dai primi anni dell'adolescenza (14-16 anni). Di norma, il giocatore di golf dispone di una retribuzione elevata, spesso è un imprenditore, un manager o un libero professionista. I golfisti turisti poi, rispetto alla generalità degli stessi, hanno un'età media e un reddito più elevati, anche se vi sono differenze, ascrivibili spesso al Paese di origine, per le quali si rimanda alla letteratura di riferimento. Ai fini del presente lavoro è utile considerare i fattori chiave presi in considerazione dal turista che viaggia per golf: al primo posto c'è la qualità dei campi (4,30 punti di importanza in una scala di 5), segue poi il prezzo del pacchetto (4,26 punti), l'accessibilità della destinazione (4,04), il numero dei campi presenti nell'area (3,93), la qualità dell'*accommodation* (3,93), il clima (3,90), il sistema dei servizi di intrattenimento (3,55) e, infine, il fatto che si tratti di una destinazione con una tradizione nella storia del golf (3,38). Il mercato europeo, come indicato in precedenza, se si esclude il caso della Gran Bretagna e dell'Irlanda, è un mercato giovane e, come dimostrano i dati, in crescita: secondo la *European Golf Association* (EGA), nel 1985 si avevano poco meno di 3.000 campi e circa 1,3 milioni di giocatori; nel 2000 il numero dei campi era arrivato a poco meno di 6.000, mentre il numero dei giocatori era cresciuto a circa 3,2 milioni; alla fine del 2010, a fronte di poco più di 6.700 campi la popolazione golfistica era di oltre 4,4 milioni. Questo dato, se comparato con quello degli USA, consente di ipotizzare ancora importanti margini di crescita del golf nella gran parte dei Paesi europei: se infatti si mette a confronto il numero dei giocatori *core* degli USA con il numero di golfisti registrati in Europa e si rapportano questi dati con la popolazione residente negli USA (che è di circa 300 milioni) e nei 35 Paesi europei (che è di circa 500 milioni), emerge che la penetrazione del gioco del golf negli USA è pari al 4,3%, mentre in Europa è appena dello 0,8%. Per quanto riguarda la distribuzione geografica dei giocatori nel Vecchio Continente, vi è una concentrazione nell'Europa settentrionale: per esempio, in Gran Bretagna, secondo i dati del 2010, c'è un giocatore di golf ogni 55,8 abitanti, mentre in Italia ce ne è 1 ogni 601 abitanti. Sempre secondo i dati della EGA, predominano i giocatori di sesso maschile (65% al 2010), di cui, secondo un'indagine Mintel, il 62% ha un'età compresa tra 35 e 60 anni e il 42% è impiegato in occupazioni manageriali, amministrative o professionali. La stessa indagine ha stimato che i golfisti effettuano circa 1 milione di viaggi all'anno nel Regno Unito, che generano un giro d'affari di oltre 1 miliardo di dollari. Emblematico è il caso della Scozia, una delle tradizionali e storiche destinazioni golfistiche, dove le entrate generate dal turismo golfistico sono state nel 2008 di circa 119 milioni di sterline inglesi, con una media di 881 sterline per viaggio. Secondo la stessa indagine, se si considerano anche gli effetti moltiplicativi derivanti da tali visite turistiche, allora gli introiti complessivi per la Scozia sono stati pari a circa 191 milioni di sterline. Tra i Paesi che hanno avuto il maggior sviluppo per effetto del turismo legato al golf si annoverano il Portogallo (dal 1985 al 2010 +265% nel numero dei campi e +385% in quello dei giocatori), la Spagna (+311% nel numero dei campi e +1.045% in quello dei giocatori) e l'Italia (+341% nel numero dei campi e +457% in quello dei giocatori), non solamente dal punto di vista della vacanza legata a questo sport, ma anche per quanto riguarda il mercato immobiliare. Ciò che emerge dall'analisi dei dati e delle dinamiche in corso nelle diverse aree continentali è che il golf è un mercato in evoluzione, che manifesta significative prospettive di sviluppo: in questo contesto non si può parlare di un mercato nel complesso saturo, proprio perché il turista golfista nel 70% dei casi ha piacere di trovare nuove destinazioni per giocare a golf in vacanza, il che rappresenta una grande opportunità ma anche una sfida che le destinazioni, o quelle che ambiscono a diventare tali, devono saper cogliere in modo appropriato.

Gli effetti del turismo legati al golf

Per valutare l'impatto che assumerebbe la realizzazione di 20 nuovi campi da golf in Sardegna è opportuno fare riferimento a quanto la letteratura mette a disposizione in termini di vantaggi e svantaggi che da tali iniziative possono derivare. La prima precisazione riguarda la diversa natura delle conseguenze, non esauribili in termini esclusivamente economici; infatti, è assodato che la crescita dei flussi turistici genera impatti anche di tipo ambientale e sociale nell'area nella quale il fenomeno si concentra. Va da sé che diviene indispensabile l'intervento pubblico per regolamentare questo tipo di investimenti, a garanzia, prima di tutto, dell'interesse generale. Queste considerazioni assumono un significato particolarmente importante per il golf, che è una pratica sportiva molto esigente nei confronti del territorio, sia in termini quantitativi sia in termini qualitativi. Particolarmente rilevante ai fini della valutazione economica, ambientale e sociale è la caratteristica del campo di golf: la sua struttura, per esigenze legate al tipo di gioco, ha mantenuto nel tempo alcune caratteristiche di base che riproducono l'ambiente naturale del contesto di origine, consistente, in genere, in ampie aree destinate a prato; ciò, in molti casi, ha inevitabilmente comportato una modificazione sostanziale della natura e del paesaggio dei territori nei quali si andava diffondendo. Al tempo stesso però il golf ha manifestato una notevole capacità di adattamento alle culture ed agli ambienti locali, tanto che sarebbe insensato e fuorviante considerare per il campo da golf un unico modello standardizzato. Ci si deve, piuttosto, riferire ad una grande molteplicità e varietà di soluzioni, che si possono riscontrare passando dagli ambienti nordici a quelli mediterranei o, addirittura, a quelli africani, per non parlare degli esotismi dell'Estremo Oriente. In ogni caso è certo che la valutazione dell'impatto economico del golf non può prescindere dalla considerazione degli altri effetti generati da tale attività e di cui l'analisi economica deve dare conto. La crescente enfasi sulla sostenibilità, derivante da una maggiore e più diffusa consapevolezza della necessità di salvaguardare l'ambiente a vantaggio sia delle generazioni future che di quelle presenti, ha importanti implicazioni sull'industria golfistica: in passato il turismo golfistico veniva incoraggiato per i suoi benefici economici, ma con un'attenzione decisamente scarsa verso gli effetti sull'ambiente; oggi le cose sono profondamente cambiate e la sopravvivenza del turismo golfistico è strettamente correlata alla comprensione degli impatti da esso generati, che devono essere incorporati nelle strategie e nei piani di progettazione e di gestione di tali iniziative. In sintesi, tra i principali vantaggi che la letteratura evidenzia si devono considerare: l'aumento di occupazione e reddito, sia diretto che indiretto; i maggiori introiti fiscali a vari livelli territoriali; l'attrazione di nuove iniziative economiche nelle regioni interessate; le maggiori opportunità di lavoro derivanti dallo sviluppo di logiche di rete; l'attrazione delle fasce sociali a più elevata capacità di spesa; la protezione degli habitat costieri da iniziative di urbanizzazione selvaggia e di sviluppo di attività agricole ad elevato impatto; l'aumento del valore delle proprietà immobiliari; l'aumento della qualità dell'offerta turistica e, *last but not least*, la drastica riduzione e/o eliminazione dei problemi legati alla stagionalità delle attività turistiche. Tra gli svantaggi non c'è dubbio che i principali siano di tipo ambientale, come si evidenzia meglio in seguito, mentre altri sono: la convinzione diffusa che il golf sia uno sport elitario ed esclusivo; l'aumento dei flussi di traffico nell'area interessata; l'aumento del prezzo degli immobili che diventano inaccessibili per i più giovani in cerca di casa; l'aumento della pressione antropica sui terreni; la creazione possibile di *élite* sociali e, infine, i possibili squilibri socio-economici tra aree territoriali interessate dagli investimenti e non.

Il turismo golfistico, secondo alcune stime, contribuisce annualmente all'economia mondiale per una cifra compresa tra 20 e 40 miliardi di dollari. Di gran lunga maggiore è l'incidenza dell'industria golfistica nel suo complesso: negli USA il mercato domestico e quello internazionale generano un impatto economico complessivo di 195 miliardi di dollari, di cui 76 riguardano gli effetti diretti e danno luogo a circa 2 milioni di posti di lavoro, con un monte salari pari a 61 miliardi di dollari; relativamente all'Europa, al Medio Oriente e all'Africa la stima del giro d'affari generato direttamente dal golf è pari a circa 27,6 miliardi di dollari, di cui 3,5 fanno capo al turismo golfistico. Per quanto riguarda l'Italia, l'unico dato attualmente disponibile attiene agli introiti diretti, quelli cioè relativi alle attività dei circoli golfistici, che si aggirano intorno ai 350 milioni di euro. Secondo una recente indagine dell'ISNART (Istituto Nazionale Ricerche Turistiche) il golf si trova al quinto posto (con il 14,4%) tra gli sport commercializzati in Italia dai *tour operator*, dopo il ciclismo (36,1%), lo sci (25,8%), il *trekking* (24,7%) e il calcio (19,6%). Tra le aree territoriali di maggior interesse verso l'offerta di pacchetti golfistici in Italia vi sono il Centro (Lazio e Toscana) e il Nord (Lombardia e Veneto in particolare): ciò è dovuto sia alla maggiore offerta di campi (il 55,4% del totale nazionale al Nord e il 35,5% nel Centro), sia al fatto che in tali aree si concentra una buona parte delle più importanti attrazioni artistiche e culturali italiane. Emerge da questa considerazione come un'offerta integrata da parte del territorio sia alla base della crescita del turismo in generale e di quello golfistico in particolare. Ciò costituisce un elemento importante nella definizione di strategie di sviluppo anche per le altre regioni che volessero investire in tale ambito. Sempre secondo l'indagine ISNART, nel 2009 la vacanza sportiva in Italia ha rappresentato per il 19,4% del totale dei vacanzieri la principale

motivazione di soggiorno (passando dall'11,7% del 2007 al 15,3% del 2008) e generando circa 70 milioni di presenze. Di queste si stima che circa 1,8 milioni siano state motivate principalmente dal golf; se poi però si considerano anche le presenze con motivazioni diverse, ma che hanno permesso a tali vacanzieri di praticare il golf, ecco che la stima delle presenze attribuibili a questa pratica sale a circa 3,9 milioni. I mercati che manifestano maggiore interesse verso l'Italia sono la Germania (48,8%), l'Austria (16,3%), la Gran Bretagna (13,4%) e la Francia (9,3%). Per quanto riguarda il profilo del giocatore di golf che predilige l'Italia si conferma quanto altri studi hanno dimostrato in proposito: il turista golfista ha una capacità di spesa superiore rispetto alla media anche di 3-4 volte e di norma è attento e curioso alle specificità locali di cui fa esperienza in modi diversi.

Il golf e l'ambiente

Come tutte le attività umane, anche la pratica sportiva può avere impatti ambientali negativi. Ciò è particolarmente vero per quegli sport che richiedono impianti di grandi dimensioni, per la cui costruzione è necessario un notevole impegno economico e la cui gestione comporta l'utilizzo di prodotti che possono causare danni all'ambiente. Tra essi il golf è da tempo nell'occhio del ciclone, tanto che in molti Paesi sono nate associazioni e si sono sviluppati movimenti contro questo sport, tra i quali il più noto è probabilmente il *Global Antigolf Movement*, nato ufficialmente in Asia negli anni '90. Sicuramente le strutture golfistiche sono da considerare attentamente per le implicazioni ambientali che comportano, dalle ampie superfici necessarie per gli impianti alle possibili modifiche agli ambienti naturali, ai consumi idrici, all'impiego di diserbanti e di fitofarmaci. Inoltre, la realizzazione di campi da golf è spesso accompagnata da iniziative immobiliari speculative. Sono tutti aspetti molto complessi, per i quali una valutazione univoca e generale non è possibile, dato che le variabili in gioco sono molteplici, e che qui di seguito si cercherà di esporre in maniera sintetica. Indubbiamente la pratica del golf richiede ampi spazi: mediamente un campo a 18 buche occupa circa 60-70 ettari, secondo alcuni "sottratti" alla comunità e, comunque, non utilizzabili per l'agricoltura o altre attività produttive. Tuttavia, la realizzazione di campi da golf può rappresentare anche l'occasione per rivalutare siti degradati, bonificare terreni contaminati e recuperare luoghi precedentemente danneggiati da attività umane o industriali. I campi da golf rappresentano veri e propri polmoni verdi, possono contribuire a migliorare la qualità dell'ambiente ed il paesaggio circostante. I campi da golf sono spesso accusati di influire negativamente sulla conservazione degli habitat naturali di specie vegetali ed animali e, più in generale, sulla biodiversità. Partendo dal presupposto che un campo da golf non può essere considerato come un'entità a sé stante, ma deve essere visto in relazione al territorio in cui è inserito, è evidente che una progettazione ed una gestione che non tengano conto dell'esistente avranno sicuramente effetti rilevanti sul mantenimento degli ecosistemi. D'altro canto, impianti golfistici ben progettati e gestiti potranno contribuire alla tutela delle specie animali e vegetali autoctone, costituendo vere e proprie oasi naturalistiche, come già avviene soprattutto nel Nord Europa. I consumi idrici rappresentano un altro punto cruciale della gestione dei campi da golf e deve essere affrontato all'origine, cioè fin dalla individuazione del sito e dalla progettazione dell'impianto, di cui vanno attentamente considerate la localizzazione, con particolare riguardo alle condizioni meteoclimatiche, la disponibilità di fonti di approvvigionamento dell'acqua, le caratteristiche del terreno, la scelta delle essenze erbacee più idonee, privilegiando l'impiego di quelle meno esigenti, ovvero più resistenti a condizioni avverse (siccità o elevata salinità). È evidente che l'uso di acqua potabile per l'irrigazione non è proponibile né giustificabile, ma deve essere privilegiato l'impiego di acque meteoriche o di acque reflue da impianti di depurazione. Un'alternativa potrebbe essere rappresentata, in particolari condizioni, dalla dissalazione, ma bisogna valutarne i costi energetici ed ambientali, questi ultimi legati alla produzione di salamoie. In sintesi, un campo da golf correttamente progettato e gestito consentirebbe l'uso oculato dell'acqua e, con l'adozione degli opportuni accorgimenti tecnici, addirittura il miglioramento della qualità di quella in uscita dall'impianto. Viceversa, una scarsa attenzione per i problemi già accennati influirebbe negativamente sia sui consumi che sulla qualità dell'acqua. Per quanto riguarda le esigenze irrigue dei campi da golf, i dati riportati in letteratura sono estremamente variabili, soprattutto in dipendenza dei fattori precedentemente enunciati (localizzazione, condizioni meteoclimatiche ed essenze impiegate) e risultano compresi, per un campo da 18 buche, tra 100.000 e 700.000 m^3 all'anno. La manutenzione del verde dei campi da golf comporta l'impiego di fertilizzanti e di pesticidi, di differente tipologia e in quantità diverse per le varie zone dell'impianto (*green*, *fairway*, *tee* e *rough*). La qualità e la quantità dei prodotti chimici che è necessario impegnare dipende dalle caratteristiche delle erbe utilizzate, che devono essere scelte tenendo conto delle condizioni meteoclimatiche e del terreno. Vengono normalmente impiegati fertilizzanti (a base di Azoto, Fosforo e Potassio) e pesticidi (nematocidi, fungicidi, acaricidi e, in misura minore, insetticidi) in quantità che possono raggiungere e superare i 1.000 kg/anno. Una ricerca condotta su 16 campi del Nord-Italia (Piemonte, Lombardia, Veneto e Friuli Venezia Giulia), con superficie media di circa 73 ha, ha mostrato consumi annui dell'ordine di circa 87

kg/ha per i fertilizzanti e di circa 8 kg/ha per i pesticidi. Naturalmente non è possibile generalizzare e, come già accennato, sono numerose le variabili che entrano in gioco e da cui può dipendere la necessità di impiegare, in misura maggiore o minore, fertilizzanti e pesticidi. Si tratta di sostanze utili, spesso indispensabili, per la salute delle colture in genere, e quindi anche di quelle utilizzate nei campi da golf: se impiegate in modo dissennato e senza criterio potranno creare danni notevoli alle specie animali e, in generale all'ambiente; se utilizzate correttamente garantiranno la sopravvivenza delle superfici erbose e la possibilità di beneficiarne senza rischi. Va anche detto che, per quanto riguarda il nostro Paese, la Federazione Italiana Golf (FIG) riporta nel suo sito *web* l'elenco dei formulati registrati per l'impiego su tappeti erbosi, prati ornamentali, campi sportivi e campi da golf.
Attualmente, sembra che il mondo del golf stia manifestando una crescente attenzione per le implicazioni ambientali legate alla realizzazione e alla gestione dei campi da golf, anche per rispondere alle accuse, spesso giustificate, soprattutto per le iniziative adottate in alcuni Paesi, da parte dei movimenti anti golf e di numerose associazioni ambientaliste. In generale, si va sempre diffondendo sempre di più la consapevolezza della necessità, da parte dell'industria golfistica, di un approccio ecocompatibile che, oltre a garantire la salvaguardia della risorsa più importante, cioè l'ambiente, consenta di ottenere, attraverso l'uso più razionale delle risorse, notevoli risparmi economici. Nel corso degli anni sono stati sviluppati diversi strumenti che le organizzazioni golfistiche possono adottare per rispondere a quella che è diventata una vera sfida ambientale. *Audubon International*, un'organizzazione *non profit* che si occupa di educazione ambientale, fondata a New York nel 1987, ha lanciato il Programma *Audubon Cooperative Sanctuary*, che promuove la gestione ecocompatibile del territorio e la tutela delle risorse naturali nei campi da golf, cui attualmente partecipano oltre 2.000 impianti in 36 Paesi. In Europa la *European Golf Association* (EGA), che riunisce le Federazioni Golfistiche di 28 Paesi, con la collaborazione del *Royal & Ancient Golf Club* di St. Andrews (Scozia), della *PGA European Tour* (un'organizzazione che gestisce i tre principali tour professionistici maschili di golf in Europa), della Federazione Europea delle Associazioni di *Greenkeeper* e della Commissione Ambiente della Comunità Europea, ha istituito nel 1994 la *Ecology Unit*, con il compito di studiare, esaminare e coordinare le attività in campo ecologico di tutto il mondo golfistico europeo. Dopo la pubblicazione del manuale *Committed to green* (Impegnati nel verde) ove si descrive il primo processo di Certificazione Ecologica per i percorsi di golf, nel 2005 è nata GEE (*Golf Environment Europe*), un'iniziativa europea per la ricerca e l'informazione su golf e ambiente; nel 2008 GEE si è trasformata in GEO (*Golf Environment Organisation*), un'organizzazione *non profit* che si occupa di golf e ambiente a livello europeo e non solo. La GEO ha definito un programma di certificazione ambientale per i percorsi di golf, articolato in diverse fasi: autovalutazione, definizione della politica ambientale, realizzazione di tutti gli interventi necessari per soddisfare i criteri GEO, che riguardano, tra l'altro, il paesaggio, l'acqua, il tappeto erboso e i rifiuti. Alla fine di questo iter può essere richiesta la certificazione, che viene concessa subordinatamente all'esito positivo della visita di un esperto accreditato da GEO che deve verificare il rispetto dei criteri. La Federazione Italiana Golf, che aveva aderito all'iniziativa Impegnati nel verde, nel 2009 è diventata partner di GEO per il programma di certificazione ambientale. Nel Mondo sono 40 i circoli che hanno ottenuto, tra il 2009 ed il 2011, la certificazione GEO, mentre sono 187 quelli che, nello stesso periodo, hanno iniziato l'iter certificativo; il Paese con il numero maggiore di certificazioni è l'Olanda (23), mentre l'Islanda è quello con il maggior numero di circoli che hanno avviato, tra il 2010 e il 2011, le procedure (63). In Italia per il momento soltanto un impianto ha ottenuto la certificazione, mentre sono 7 quelli che hanno cominciato il percorso.

Il golf in Sardegna

Secondo quanto riportato nel sito *web* della FIG, in Sardegna esistono 14 Golf Club (Aprile 2011), suddivisi tra 4 delle 8 province isolane (Cagliari 6, Olbia-Tempio 4, Sassari 2, Oristano 2). Gli impianti sono localizzati per lo più in zone costiere e sono molto differenti tra loro per dimensioni e caratteristiche: vi sono 3 campi con 18 buche, 2 con 9 buche e 1 con 27 buche, tutti omologati per le competizioni, con superfici comprese tra 25 e 90 ha; vi sono poi altre 8 strutture tra campi non omologati, con un numero di buche variabile tra 6 e 18, e campi pratica propriamente detti. I primi due campi sono stati realizzati negli anni '70 del 20° secolo, ma la maggior parte di essi è nata tra il 1990 ed il 2011. I golfisti sardi, o comunque iscritti ai circoli della Sardegna, erano, al 31 Dicembre 2010, 1.188 (circa l'1,2% del totale nazionale), in leggera diminuzione rispetto all'anno precedente. Comunque, in generale il numero dei praticanti in Sardegna è in continua crescita: nel periodo 2000-2010 esso è aumentato del 40%, in linea con l'incremento rilevato a livello nazionale, pari al 41% circa, e a fronte di una variazione del 28% in Europa. Una ricerca condotta presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Cagliari ha preso in esame 5 dei 6 campi omologati della Sardegna, considerandone i principali aspetti ambientali. Per quanto riguarda l'irrigazione sono stati rilevati

consumi compresi tra 150.000 e 400.000 m^3/anno, rientranti quindi nei limiti precedentemente indicati. Le acque utilizzate provengono da impianti di depurazione, da "laghetti" alimentati dalle piogge o da piccoli fiumi, da falde superficiali o da pozzi; in un caso viene utilizzata anche acqua non trattata, destinata all'uso agricolo, proveniente da un bacino artificiale. Le differenze nelle quantità impiegate sono motivate, oltre che dalle dimensioni dei campi, anche dalle essenze impiegate per il tappeto erboso, alcune delle quali, appartenenti alla categoria delle microterme, sono in generale scarsamente resistenti alle temperature elevate ed alla siccità, mentre altre, riconducibili al gruppo delle macroterme, sono caratterizzate da una spiccata resistenza alle temperature elevate e alla siccità. Per quanto riguarda i pesticidi, vengono adoperati quelli compresi nel già citato elenco della FIG, soprattutto erbicidi, ma anche fungicidi e insetticidi, in dosi che non vengono indicate dettagliatamente. Per quanto attiene ai fertilizzanti, vengono utilizzate quantità estremamente variabili e comprese, per 3 dei 5 campi considerati, tra 90 e 300 kg/ha/anno per il *green* e tra 200 e 1.050 kg/ha/anno nei *fairway*; per i restanti due campi non sono riportati dati. Anche per i pesticidi ed i fertilizzanti le differenze tra le quantità impiegate sono riconducibili alle diverse condizioni climatiche ed alle specie erbose utilizzate. In generale si può dire, sulla base dei risultati riportati, pur nella loro parzialità, che le prestazioni ambientali dei campi esaminati appaiono in linea con i parametri già accennati. Ovviamente l'indagine andrebbe estesa anche agli impianti non considerati. Inoltre, dovrebbe essere valutato anche l'impiego di fonti rinnovabili, in particolare, considerando le favorevoli condizioni climatiche, l'utilizzo di pannelli solari e fotovoltaici.

Conclusioni

Sulla base della letteratura disponibile, la proposta di legge regionale, che si basa sull'ipotesi di realizzare in Sardegna 20 campi da golf, sembra possa generare un impatto positivo di medio e di lungo termine sul sistema socio economico e turistico della Sardegna, a patto che non si contrabbandi lo sviluppo del golf con lo sviluppo edilizio-immobiliare. Turisticamente, allo stato dell'arte, la Sardegna riscuote interesse quasi esclusivamente nei mesi estivi, anche perché il mercato di riferimento è principalmente quello italiano; la strategia di sviluppo pertanto non può che passare dall'individuazione di altri mercati per altre stagioni e in questo il contributo che può dare il turismo legato al golf, proprio per le sue caratteristiche, è certamente di grande rilievo. La realizzazione dei 20 campi contribuirebbe ad aumentare l'interesse della domanda nazionale e internazionale, e creerebbe, endogenamente, i presupposti per una maggiore attrattività di questa destinazione anche da parte dei *tour operator* internazionali e delle compagnie aeree, soprattutto *low cost*, che attualmente garantiscono voli da e per la Sardegna solo nei periodi di alta stagione e in quelli di spalla. In questo senso l'auspicata continuità territoriale non sarebbe il risultato di politiche di sovvenzione pubblica alle compagnie, ma queste verrebbero trainate dalla domanda e, nel contempo, le risorse risparmiate potrebbero essere re-indirizzate verso politiche di rafforzamento dell'offerta interna per renderla maggiormente competitiva in termini di servizi capaci di intercettare le richieste della domanda internazionale. Il modello di sviluppo turistico legato al golf che si propone in questo lavoro affonda le proprie basi, oltre che nel rispetto rigoroso della sostenibilità ambientale, anche in quelli della sostenibilità sociale ed economica e, in quest'ultimo caso, nell'allestimento di un'offerta che rispetti i fattori chiave considerati in precedenza; gli investimenti conseguenti, pertanto, devono avere come priorità la qualità dei campi da golf, il prezzo dei pacchetti, che deve essere concorrenziale con quello praticato in altre destinazioni che presentano elementi di similarità con la Sardegna (stesso clima, buona qualità delle strutture ricettive), soddisfacente accessibilità in termini di collegamenti aerei e di spostamenti interni alla Regione, numero di campi da golf compatibili con le aspettative del giocatore che viaggia. Certo la Sardegna non ha una tradizione golfistica consolidata, se si eccettuano i due campi del Pevero e di Is Molas, tuttavia in questi campi gli eventi internazionali che hanno richiamato nel corso degli ultimi tre decenni giocatori da diverse parti del Mondo costituiscono un buon precedente. Peraltro, il rispetto del principio di sostenibilità sociale significa che, a differenza di altri investimenti fatti nel passato che hanno creato *enclave* nel territorio isolano di iniziative che con il territorio non hanno avuto grande integrazione (i *resort* separati dal resto del territorio), le attività legate al golf debbono e possono integrarsi con il tessuto sociale ed urbanistico già esistente. Questo implica che le strutture ricettive devono essere pensate all'interno di progetti di riqualificazione urbana, ispirate ai modelli di "borgo albergo" o di "albergo diffuso" a gestione unica e integrata, e con l'inserimento delle strutture ricettive all'interno del tessuto urbano o nelle sue immediate vicinanze. Il ritorno dell'investimento per la realizzazione dei campi deve essere garantito dalla ricettività alberghiera e dall'indotto generato dai servizi collaterali al golf, mentre dovrebbe essere residuale ed

eccezionale il ricorso alla realizzazione di nuove proprietà immobiliari a scopo privato che rischierebbero di diventare nuove seconde case, per lo più vuote nel corso dell'anno.
In relazione agli impatti ambientali conseguenti alla realizzazione e manutenzione di 20 campi, in aggiunta a quelli esistenti, occorre prima di tutto considerare il territorio in cui essi andrebbero ad inserirsi. La Sardegna ha una superficie di circa 24.000 km^2, con una prevalenza di terreni collinosi (circa il 68%) e pianeggianti (18,5%); i nuovi impianti ipotizzati impegnerebbero circa lo 0,08% della superficie totale e lo 0,09% di quella collinosa-pianeggiante, cioè quella strutturalmente per essi più idonea. L'occupazione del territorio, pertanto, non dovrebbe rappresentare un problema, ma naturalmente occorre considerare anche l'impatto ambientale di eventuali iniziative immobiliari legate alla realizzazione dei campi. La citata proposta di legge regionale stabilisce che i nuovi impianti, da realizzare nel rispetto delle norme emanate nel 2009 dalla FIG, "non possono essere previsti in siti di interesse comunitario o comunque all'interno dei parchi regionali" e che "in nessun caso gli interventi edilizi dei nuovi impianti golfistici possono ricadere nella fascia di protezione di 300 metri dalla linea di battigia". La stessa proposta, pur affermando che i nuovi campi non devono essere ordinariamente sottoposti alla procedura di Valutazione di Impatto Ambientale, precisa che essi devono essere totalmente compatibili con i luoghi in cui vengono realizzati e non comportare alcun diretto impatto negativo sui sistemi ambientali più delicati, come dune, ambiti fluviali, habitat costieri, pinete e foreste naturali; inoltre, la loro costruzione in luoghi in cui sia dimostrabile un rischio per il mantenimento della biodiversità non è ammissibile. Per quanto riguarda il consumo dell'acqua e l'impiego di fertilizzanti e pesticidi, sulla base delle conoscenze scientifiche e tecniche attuali è certamente possibile realizzare e gestire i campi da golf nel rispetto dell'ambiente. Infine, non bisogna trascurare il fatto che la gestione ecocompatibile degli impianti, oltre che limitare gli impatti ambientali negativi, comporta anche risparmi di risorse e materie prime e quindi benefici economici.

Bibliografia

http://www.ega-golf.ch

http://www.federgolf.it

http://www.golfenvironment.org

http://unwto.org

Cabras A.: "Problematiche ambientali relative alla presenza di strutture golfistiche". Università degli Studi di Cagliari, Facoltà di Ingegneria. Tesi di Laurea, Relatore Prof. G. Uras. Anno Accademico 2008-2009.

Caggiati P., Bazzani G.M.: "Valutazione degli impatti ambientali dell'attività golfistica in relazione a quella agricola". Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Biometeorologia, Bologna, 2008.

Crouch G.: "Destination Competitiveness. An Analysis of Determinant Attributes", Journal of Travel Research, vol. 50 (2011), 27-45.

Hammond R. A., Hudson M.D.: "Environmental management of UK golf courses for biodiversity—attitudes and actions". Landscape and Urban Planning, 83 (2007), 127–136.

Hudson S. and Hudson L.: "Golf Tourism", Goodfellow Publisher Ltd, Oxford, 2010.

KPMG: "Golf and the Economic Downturn. A survey of golf course owners and operators in Europe, Middle East and Africa". Golf Benchmark Survey, KPMG Advisory, 2010; Golf Travel Insights 2010, KPMG Advisory, 2010; Golf participation in Europe 2010, KPMG Advisory, 2010.

Leiper N.: "The Framework of Tourism. Towards a Definition of Tourism, Tourist, and the Tourist Industry", Annals of Tourism Research, Oct/Dec. (1979); "Tourist Attraction Systems", Annals of Tourism Research, Vol. 17 (1990), 367-384.

Mintel: Golf Tourism, Travel & Tourism Analyst, 5. Mintel International Group, London, 2006

Protiviti: "Il valore del golf in Italia", seconda edizione, La dimensione del turismo, Marzo 2011.

SQW: "An Assessment of Golf Tourism's Future Growth Potential to 2020", January 2011.

Summary

GOLF IN SARDINIA: DEVELOPMENT OPPORTUNITY OR ENVIRONMENTAL THREAT?

Recently, an increasing number of people has been interested in golf. A part of them usually moves around the world looking for new challenging courses to play. This entails important consequences on the international tourist travel. Moreover, the issue of building and managing courses has been internationally debated, particularly with reference to the environmental impact of golf activities. The most critical topics concern the use of water, weed killers, drugs for plants and wildlife protection. Sardinia is a historical leisure destination, thanks to its geographical and climatic position, and it could gain important economic benefits from the development of golf activities. Obviously, provided that everything is done sustaining its specific environmental, cultural and historical features.

LIFE CYCLE ASSESSMENT DI IMPIANTI PER LA DISINFEZIONE DELLE ACQUE REFLUE

BRUNO NOTARNICOLA, PASQUALE GIUNGATO, GIUSEPPE TASSIELLI
II Facoltà di Economia sede di Taranto, Università degli Studi di Bari "Aldo Moro", Via Lago Maggiore ang. Via Ancona, 74100 Taranto
e-mail: b.notarnicola@dgm.uniba.it

Riassunto
Il riuso irriguo delle acque reflue urbane depurate, disciplinato in Italia dal D.M. 185/2003 e dal D.Lgs. 152/06 rappresenta, per una regione come la Puglia a rischio siccità, una fonte di acqua alternativa all'emungimento da pozzi e dal prelievo dalla rete idrica dell'Acquedotto Pugliese. Un progetto di miglioramento ed adattamento di 40 impianti di depurazione dei reflui urbani esistenti prevede la realizzazione di stadi di trattamento terziario avanzato utili al raggiungimento dei parametri di qualità delle acque reflue urbane depurate, per il riuso irriguo, civile o industriale. Fondamentale risulta la scelta del trattamento di disinfezione come ultimo stadio del processo di trattamento terziario avanzato.
Per tale motivo è stata intensificata la ricerca nel settore prevedendo anche studi sulla compatibilità ambientale delle varie opzioni disponibili sul mercato. Nel presente studio è stata svolta una analisi LCA comparativa delle opzioni di disinfezione disponibili presso la piattaforma pilota del progetto strategico SIRPAR. Lo studio ha mostrato come sia importante la necessità di utilizzare tecnologie che consentano un risparmio in energia elettrica, sia per le pompe di carico (minimizzazione dei salti idraulici per tutte le tecniche di disinfezione) sia nella specifica tecnologia impiegata, e indicato come scelte meno impattanti la disinfezione con biossido di cloro, ipoclorito di sodio e mediante raggi ultravioletti.

Introduzione

L'approvazione del D.M. 185/2003 e del D.Lgs. 152/06 e la successiva elaborazione dei Piani di Tutela delle Acque (PTA) regionali hanno reso di particolare interesse in Italia il problema dell'affinamento e del riuso delle acque reflue depurate, una risorsa abbondante utilizzabile a fini irrigui o industriali, potendo contribuire, con interventi di irrigazione di soccorso, alla stabilizzazione delle produzioni agricole, al "deflusso minimo vitale" dei corsi di acqua rimasti a secco durante l'estate o all'irrigazione delle aree a verde pubblico dei centri urbani.
Il riutilizzo irriguo delle acque reflue urbane depurate provenienti dagli impianti di trattamento primario e secondario e destinate allo scarico in mare o sotterraneo, rappresenta una proficua opportunità di utilizzo di una risorsa idrica in una regione come la Puglia in cui gli attuali cambiamenti climatici stanno rendendo il bene acqua una risorsa sempre più scarsa e preziosa, rivestendo peraltro una notevole importanza ambientale. Esistono varie tecnologie impiegate per il trattamento e riuso delle acque reflue depurate, alcune consolidate e mature, altre di più recente applicazione, come l'ultrafiltrazione su membrane. Per inquadrare il problema nella realtà locale la Puglia, regione estesa per circa 20.000 km^2, con 800 km di coste e poco più di 4.000.000 di abitanti, è particolarmente sensibile al problema avendo la maggior parte del territorio utilizzato per scopi agricoli, circa 15.250 km^2 di cui 3.650 km^2 irrigati e dispone di una quantità di risorse idriche pari a 136 m^3/procapite/anno. Infatti sulla superficie pugliese cade ogni anno, in media, una quantità di acqua pari a circa 550 mm, con punte di 650 mm sul Gargano e sul Subappennino Dauno, mentre in altre zone spesso non supera 450 mm. Ciò vuol dire che sulla Puglia cade ogni anno un volume di acqua pari a circa 11 Gm^3 che si perde in parte per evaporazione e in parte, per la natura carsica e calcarea del terreno, nel sottosuolo contribuendo ad alimentare un "serbatoio" sotterraneo molto profondo che si estende dal Gargano al Salento. Le precipitazioni ridotte e di intensità elevate, le caratteristiche del suolo e la ridotta copertura vegetale, l'uso antropico non sostenibile dell'acqua rendono la Puglia una delle cinque regioni italiane a maggior rischio di desertificazione. L'Acquedotto pugliese spa (AQP) assicura l'approvvigionamento idrico nella regione impiegando sorgenti provenienti dalla Campania (Caposele e Cassano Irpino), invasi realizzati in Basilicata (Pertusillo e Monte Cotugno) e in Molise (Occhito) nonché fonti dell'ATO, formate da acqua sotterranea delle falde delle Murge e Salentine, sorgenti del Subappennino Dauno e dell'invaso del Locone. L'AQP, che gestisce il più grande bacino acquifero europeo con un'estensione di reti idriche e fognarie di circa 20.000 km, ha distribuito nell'anno 2008, al netto delle perdite, circa 246 Mm^3 di acqua potabile (IPRES, 2010). Per

quanto riguarda la superficie agricola irrigata, il cui fabbisogno annuo si aggira intorno a 860 Mm^3/anno, solo il 30% circa viene irrigata con acque pubbliche gestite dai grandi consorzi di distribuzione (270-280 Mm^3) mentre la parte restante con acqua prelevata da pozzi privati (circa 570-590 Mm^3), aumentando il rischio di salinizzazione della falda. In tutta la regione vi sono 186 impianti di depurazione, 70 impianti da 2.000 a 9.999 abitanti equivalenti (A.E.), 94 impianti da 10.000 a 49.999 A.E. e 22 impianti da oltre 49.999 A.E.. Questi impianti sono insufficienti se si tiene conto del rapporto, pari a circa il 35%, fra la capacità depurativa degli impianti di depurazione esistenti e l'esigenza della popolazione e delle attività produttive. Dei 186 impianti 40 sono indicati nel piano d'Ambito predisposto nel 2002 dall'Autorità d'Ambito dell'ATO Unico Puglia con il Gestore del Servizio Idrico Integrato (AQP) da destinare al riuso dei reflui a livello provinciale (Giungato et. al., 2009). L'attuale situazione degli impianti di riutilizzo delle acque reflue presenti in Puglia evidenzia la realizzazione degli impianti ormai prossimi al funzionamento. Tuttavia, da una verifica effettuata presso gli stessi e presso la sede di AQP di Brindisi, a regime solo un impianto è funzionante, quello di Fasano Forcatelle (Giungato et. al, 2010a).
Su tale impianto è stato già effettuato uno studio di LCA per comprendere la sostenibilità ambientale del trattamento terziario avanzato rispetto alle tradizionali tecniche di emungimento dalle falde idriche sotterranee (Giungato et. al, 2010b). Nel quadro pugliese, manca la verifica ambientale delle tecnologie e dei sistemi complessi di gestione dei processi, che rimangono dunque poco studiati nei vari aspetti energetici, materiali e ambientali degli impianti, in funzione anche delle variabili di processo.
Per tale motivo la Regione Puglia ha finanziato il progetto strategico: "Strategie Integrate per il Riuso Produttivo delle Acque Reflue Municipali in Puglia – PS_91", SIRPAR, in cui gli autori si sono occupati della valutazione del ciclo di vita degli impianti di affinamento e di cui riportano i risultati salienti nel presente lavoro.

Materiali e metodi

L'impianto pilota utilizzato per lo studio è sito presso il presidio depurativo di Taranto "Bellavista", raccoglie le acque reflue urbane della città e le convoglia presso una vasca di accumulo dalla quale una pompa di presa preleva e invia all'impianto di trattamento terziario avanzato. Il trattamento terziario è effettuato con almeno 6 differenti processi: Acido Peracetico (PAA), ozono (O_3), ultrafiltrazione su membrane (UF), raggi ultravioletti (UV), biossido di cloro (ClO_2), ipoclorito di sodio (NaClO). L'unità è dotata di uno stadio di chiariflocculazione e sedimentazione, che interviene prima della disinfezione, per abbattere l'eccesso di carica microbica proveniente dall'effluente secondario. Uno schema dell'impianto è riportato in figura 1.

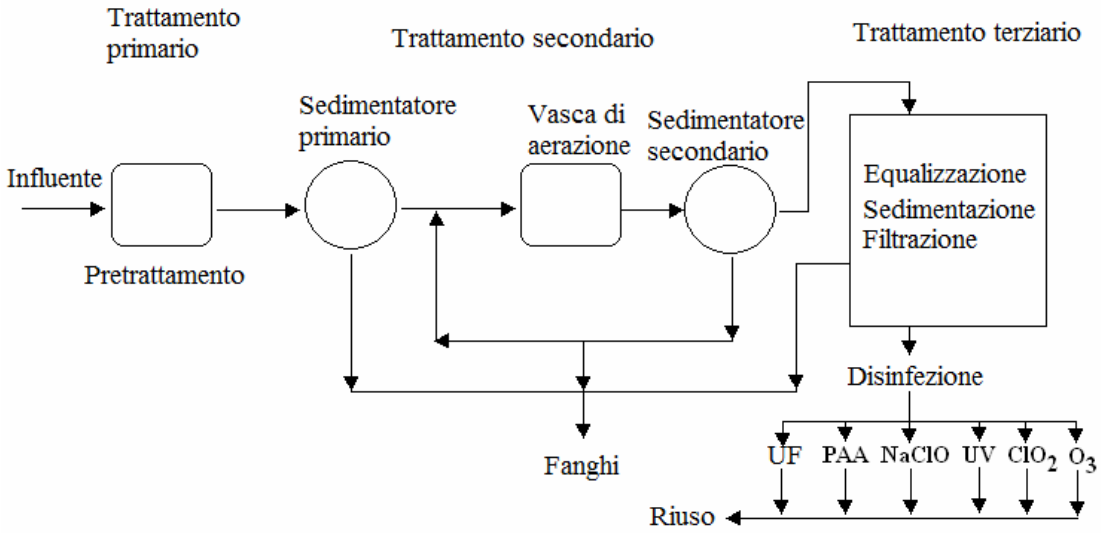


Figura 1. Schema dell'impianto di depurazione di Taranto "Bellavista" integrato con la piattaforma pilota SIRPAR di trattamento terziario avanzato per il riuso.

La funzione del sistema preso in esame è la produzione di acqua per usi irrigui in cui il limite di legge è fissato secondo i parametri del D.M. 185/2003 e del D.Lgs. 152/06 (tabella 1) e nel nostro caso è stato preso in considerazione quello relativo all' E. coli, in 10 CFU (Colony Forming Unit) /100 mL (valore da rispettare

nell'80% dei casi con valori massimi puntuali di 100 CFU/100 mL). Per poter confrontare tra loro i consumi relativi allo stesso valore di abbattimento batterico, è stato assunto che vi fosse linearità tra consumi energetici, materiali e di chemicals e il valore logaritmico di abbattimento.
L'unità funzionale del sistema è la produzione di 1.000 m^3 di acqua per usi irrigui entro i limiti di legge, per abbattimento di 1 log di E. coli, quindi si è scelto di normalizzare tutti i consumi così ricavati, di energia, materiali e chemicals di tutti i sistemi di disinfezione analizzati nella piattaforma SIRPAR, a questo parametro, ottenendo i valori normalizzati di Tabella 2. I dati di background per la produzione dei chemicals, gli elementi costitutivi delle lampade UV, le membrane UF e i trasporti sono stati ottenuti dal database Ecoinvent versione 2.0 (Frischknecht et al., 2007), dal database BUWAL e PE/GaBi ELCD, dalla letteratura (Asano et. al, 2007) asssumendo la costruzione delle lampade a mercurio assimilabile all'assemblaggio di una struttura elettronica complessa come un pannello LCD (Department for Environment, Food and Rural Affairs, 2009; Apisitpuvakul W., et. al, 2008), dagli operatori della piattaforma pilota; i dati relativi al mix energetico sono stati ricavati dal database PE/GaBi relativo all'Italia. I consumi elettrici si riferiscono alla pompa di carico dell'unità di disinfezione escludendo dai confini del sistema i trattamenti preliminari alla disinfezione vera e propria, come la sedimentazione e la filtrazione su filtro a sabbia. Per le membrane e per alcuni chemicals assenti nei database, è stata modellizzata la loro produzione tenendo conto dei materiali costituenti e delle tecnologie attualmente in uso (American Water Works Association, 1996; Baker R. W., 2004; Cheryan M., 1998; Crittenden J.C., et. al, 2005; Metcalf & Eddy, 2007; Mulder J, 1996; Scott K., 1996; Water Environment Federation, 2006; Winston Ho, 1992; Winston Ho et.al, 2001). Inoltre per quel che riguarda la produzione di ozono i dati della piattaforma pilota risultano essere molto più elevati di quelli riportati in letteratura per impianti di larga scala per cui sono stati usati i valori di letteratura pari a circa 218,7 kWh/log di abbattimento. Nel caso dell'ultrafiltrazione è stato modellizzato lo scarico di 98 m^3 di acque di lavaggio delle membrane in mare, per unità funzionale, assumendo il carico ambientale pari a quello delle acque di ingresso all'impianto di affinamento.
Il modello è stato costruito in modo da comprendere le fasi del ciclo di vita dell'impianto che maggiormente potrebbero influenzare l'impatto ambientale del processo di trattamento terziario. Per rendere confrontabili i dati di inventario sono stati calcolati i flussi di materia e di energia ed è riportato l'abbattimento batterico. Per le lampade è stata prevista la produzione di tutte le componenti come il vetro, gli elettrodi di alluminio, l'argon e il mercurio. Ciascuno di questi processi produttivi è stato tracciato e completato nei suoi input energetici e materiali sino alla produzione delle materie prime. Nella costruzione del modello si è tenuto conto delle linee guida degli studi di LCA che prevedono una minuziosa descrizione del sistema in esame e la costruzione del diagramma di flusso del ciclo produttivo. Nel corso della descrizione del modello è stato possibile escludere delle componenti che si sono dimostrate non rilevanti o per cui è risultato troppo oneroso ottenere informazioni dettagliate. E' stato possibile percorrere a ritroso le filiere produttive sino alla produzione delle materie prime nella maniera più completa possibile ed è stato anche valutato l'errore commesso trascurando particolari unità di processo. In ogni caso è stata seguita, come linea guida, la norma ISO 14044 nei criteri adottati nello stabilire i confini del sistema (ISO 14044, 2006).
Le categorie d'impatto prese in considerazione nel presente lavoro sono quelle individuate dal Centre of Environmental Science (CML2001).

Tabella 1: Parametri di legge (D.M. 185/2003 e D.Lgs. 152/06) per le acque di riuso.

Inquinante		**Parametro**	**Unità**	**Riuso irriguo e civile**
Solidi sospesi		Solidi Sospesi Totali	mg/L	10
Carico organico		BOD_5	mg O_2/L	20
		COD	mg O_2/L	100
Macro nutrienti	N	N tot.	mg N/L	15
	P	P tot.	mg P/L	2
Carica microbica		E. Coli	CFU/ 100 mL	$10^{(1)}$

(1) valore da rispettare nell'80% dei casi con valori massimi puntuali di 100 CFU/100 mL.

Tabella 2. Valori normalizzati dei dati di inventario dei sistemi di disinfezione analizzati della piattaforma SIRPAR per unità funzionale.

Input dalla tecnosfera	Metodo di disinfezione					
	UF	UV	O_3	PAA	NaClO	ClO_2
Acqua da trattare (m^3)	1000	1000	1000	1000	1000	1000
E. Coli iniziale (CFU/100 mL)	10.667	10.367	300.000	6.120	6.120	6.120
E. Coli finale (CFU/100 mL)	1	8	1	10	10	10
Log abbattimento	4,03	3,32	5,48	2,79	2,79	2,79
Energia elettrica (kWh/log)	140,7	123,8	218,7	121,5	121,5	122,6
Membrana UF (kg/log)	0,055					
Acqua di lavaggio (m^3)	98					
Lampade UV (kg/log)		0,002				
O_2 (kg dry gas/log)			5			
PAA 15% (L/log)				63,44		
NaClO 14% (L/log)	0,002				23,47	
ClO_2 (kg/log)						4,30

Risultati e discussione

Come si può notare dai dati di consumo di energia elettrica, le maggiori richieste energetiche per unità funzionale derivano dai processi di ultrafiltrazione e di ozonizzazione; in particolare per queste due tecnologie si è convenuto di considerare il valore finale di concentrazione batterica pari a 1 CFU/100mL e non pari a zero, come rilevato effettivamente dalle analisi sull'eluato, al fine di poter calcolare il log di abbattimento. Per tale motivo i consumi energetici e di chemicals relativi a queste tecniche di affinamento risentiranno di una sovrastima dovuta al raggiungimento di valori che sono molto al disotto di quelli richiesti dalla vigente legislazione italiana per il riuso irriguo.

Figura 2. Valore dell'Eco-indicatore CML2001 per le tecniche di disinfezione utilizzate dalla piattaforma pilota SIRPAR (PAA=100%).

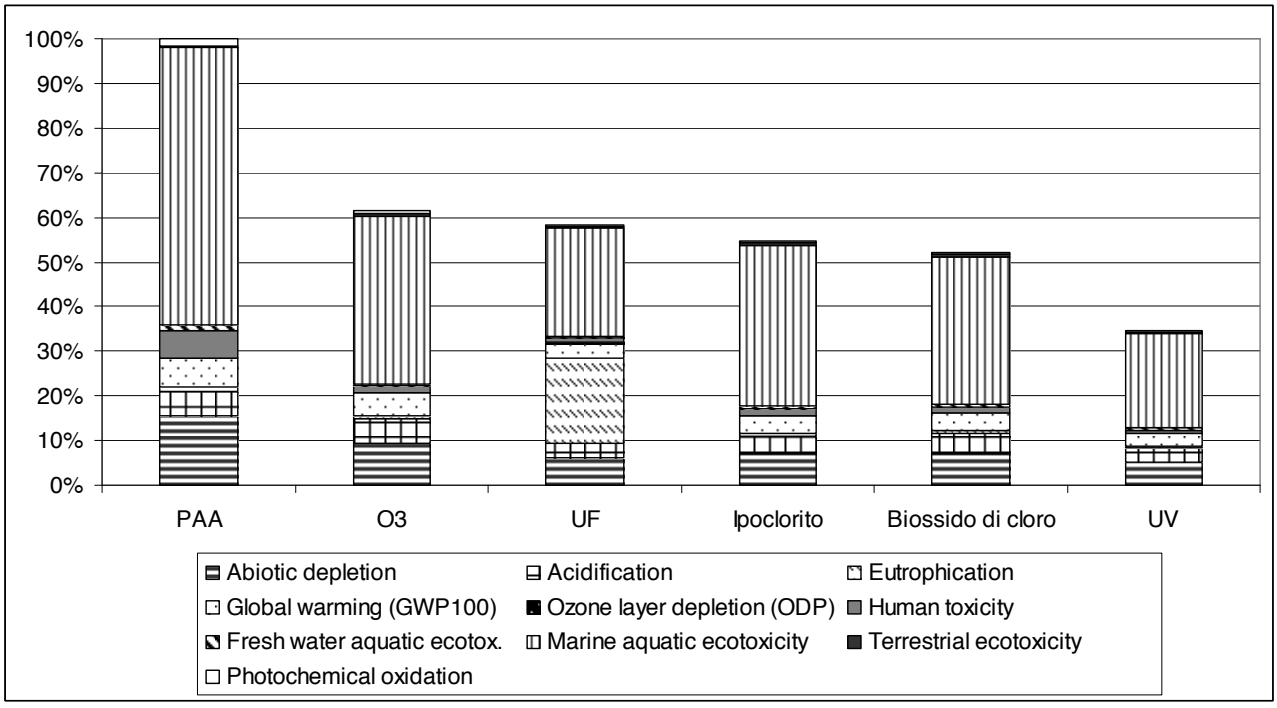
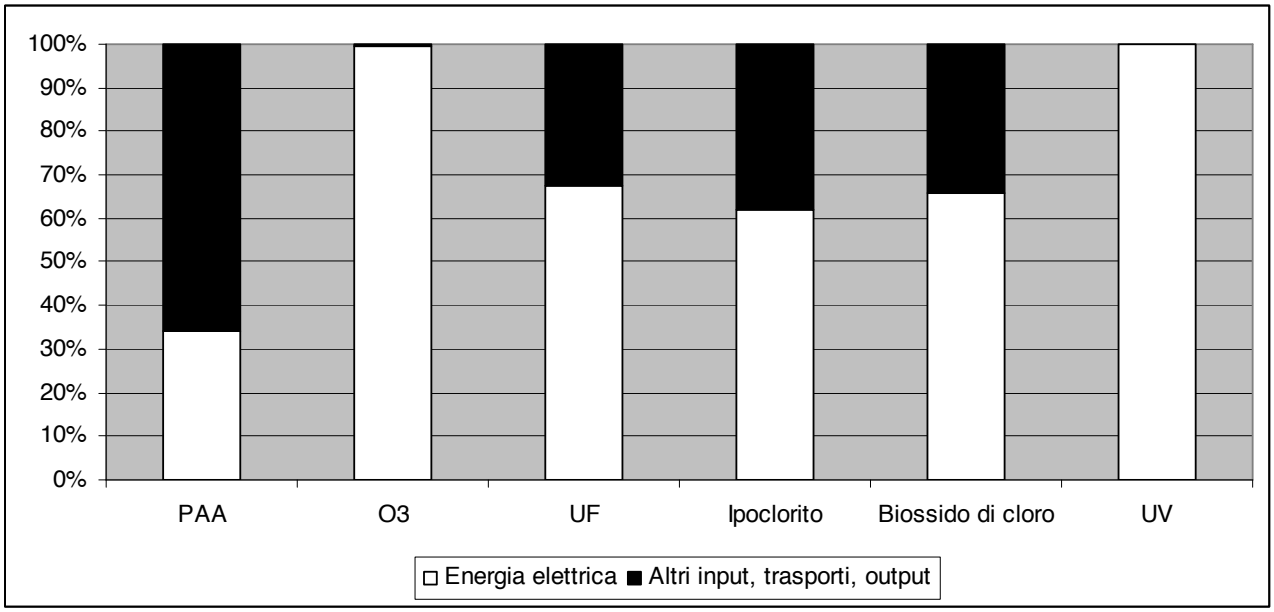


Figura 3. Contributo percentuale all'ecoindicatore dell'energia elettrica e del totale di tutti gli altri input e output per ciascuna tecnica di disinfezione.



La figura 2 mostra i risultati dell'ecoindicatore CML2001 scelto per questo studio, considerando la fase di weighting delle categorie d'impatto su base egualitaria.
Dai valori dell'ecoindicatore preso in considerazione risulta che l'opzione che presenta le peggiori prestazioni ambientali è la disinfezione con acido peracetico seguita dall'ultrafiltrazione dalla disinfezione con ozono ed infine ipoclorito di sodio, biossido di cloro e UV, nell'ordine.
Nelle categorie d'impatto prese in considerazione, in tutti i processi di disinfezione, la tossicità delle acque marine è quella che incide in maggior percentuale, il processo di ultrafiltrazione risente di un forte contributo all'eutrofizzazione dovuto allo scarico delle acque di lavaggio delle membrane.
Investigando in dettaglio sul contributo dei processi alle categorie d'impatto, il processo maggiormente impattante è la produzione di energia elettrica impiegata nella fase d'uso di tutte le tecniche di disinfezione; la figura 3 riporta per ciascuna tecnica di disinfezione il contributo percentuale all'ecoindicatore dell'energia elettrica e di tutti gli altri input, trasporti, output, smaltimento, raggruppati in un'unica voce.
Nel caso della disinfezione con acido peracetico, si riscontra anche un significativo contributo agli impatti ambientali nella produzione delle materie prime per la sua fabbricazione che incide sul consumo di risorse naturali (a partire da acido acetico e perossido d'idrogeno), di minore entità risultano gli impatti legati al trasporto del prodotto finito dallo stabilimento di produzione all'impianto.
In tutti gli altri sistemi di disinfezione la produzione di energia elettrica risulta essere il processo che maggiormente influisce sull'impatto ambientale globale, risultando trascurabili o meno impattanti i processi di fabbricazione di materiali, chemicals e i trasporti. In particolare nella disinfezione con ozono risultano trascurabili gli impatti legati alla produzione dell'ossigeno, nella disinfezione per ultrafiltrazione sono trascurabili i contributi relativi alla fase di produzione delle membrane e, nel caso delle tecniche di disinfezione con UV, sono trascurabili i contributi relativi al processo di produzione e smaltimento delle lampade (contenenti mercurio). Le tecniche di disinfezione mediante UV, con ipoclorito di sodio e biossido di cloro sono le meno impattanti nel modello di studio considerato e con le ipotesi e le limitazioni descritte.
Nel complesso i dati mostrano come gli impatti ambientali delle tecnologie di disinfezione in uso presso la piattaforma SIRPAR, siano legati principalmente alle emissioni di sostanze inquinanti in atmosfera e nelle acque marine, dovute ai processi di produzione dell'energia elettrica.

Conclusioni

Il riuso irriguo delle acque reflue urbane depurate rappresenta, per una regione come la Puglia, una fonte di acqua alternativa all'emungimento da pozzi e dal prelievo dalla rete idrica dell'AQP. Un progetto di miglioramento ed adattamento di 40 impianti esistenti prevede la realizzazione di stadi di trattamento terziario avanzato utili al raggiungimento dei parametri di qualità delle acque reflue urbane depurate, per il

riuso irriguo o civile. Fondamentale risulta la scelta del trattamento di disinfezione come ultimo stadio del processo di trattamento terziario avanzato.
Per tale motivo è stata intensificata la ricerca nel settore prevedendo anche studi sulla compatibilità ambientale delle varie opzioni disponibili sul mercato. L'analisi LCA si presta particolarmente per un'analisi comparativa delle opzioni di disinfezione disponibili ed utilizzata presso la piattaforma pilota del progetto strategico SIRPAR, si è rivelata un utile strumento a disposizione degli stakeholders nel prendere decisioni relative alla progettazione degli impianti e al loro miglioramento. Lo studio ha mostrato come sia importante la necessità di utilizzare tecnologie che consentano un risparmio in energia elettrica, sia per le pompe di carico (minimizzazione dei salti idraulici per tutte le tecniche di disinfezione) che specifiche della tecnologia (UV, UF, ozonizzazione). Dai dati di consumo di energia elettrica, si evince che le maggiori richieste energetiche per unità funzionale derivano dai processi di ozonizzazione e di ultrafiltrazione. Dai calcoli relativi all'unità di ozonizzazione è evidente che la tecnica risulta essere particolarmente energivora ed impattante. I consumi energetici degli impianti di disinfezione chimica sono in gran parte dovuti alle pompe di carico della vasca di disinfezione, essendo trascurabili i contributi delle pompe dosatrici. Ozonizzazione e ultrafiltrazione sono tecnologie particolarmente energivore ed impattanti ma producono un permeato abbondantemente nei limiti della legislazione vigente, in alcuni casi addirittura privo di concentrazioni microbiche per cui sarebbero poco adatte in caso di riutilizzo irriguo e molto più utili in caso di emergenza o per fini specifici in cui è richiesta una maggiore qualità batteriologica delle acque. Per tale motivo, soprattutto nel caso dell'ozonizzazione è necessario installare un impianto di disinfezione di questo tipo solamente in progetti che prevedano un riutilizzo specifico e con parametri di qualità maggiormente stringenti rispetto all'irrigazione (piscine, stazioni termali).
Le prestazioni ambientali relative alla disinfezione con acido peracetico sono di fatto incomprimibili essendo legate al processo produttivo attualmente utilizzato negli stabilimenti europei di produzione, per cui è necessario adottare, a livello industriale, strategie di sintesi alternative a quelle attuali, mentre per il miglioramento delle prestazioni ambientali delle altre tecnologie è stato constatato un apporto dei processi di produzione delle lampade UV e delle membrane di ultrafiltrazione poco significativo, per cui soltanto un miglioramento dell'efficienza energetica complessiva dell'impianto o l'uso di fonti di energia rinnovabile, porterebbe a miglioramenti delle prestazioni ambientali complessive di un impianto di disinfezione.
Alternative di fatto poco impattanti e che generano un minor quantitativo di residui nel modello di studio considerato sono l'UV e il biossido di cloro, che pertanto risultano le più convenienti da un punto di vista della sostenibilità ambientale. L'ipoclorito presenta problemi legati alla formazione di sottoprodotti clorurati di disinfezione per cui si tende ad utilizzare disinfettanti che non alterino la composizione chimica e non producano nuove sostanze chimiche per cui si diffondono l'UV, ormai una tecnologia matura, e la disinfezione con biossido di cloro che si sta affermano nel panorama impiantistico mondiale come alternativa alla clorazione e all'uso dell'ipoclorito.

Bibliografia

American Water Works Association: Water Treatment Membrane Processes. McGraw-Hill Professional, 1996.
Apisitpuvakul W., Piumsomboon P., Watts D. J., Koetsinchai W. (2008). LCA of spent fluorescent lamps in Thailand at various rates of recycling, Journal of Cleaner Production 16, 1046-1061.
Asano T., Burton F.L., Leverenz H.L., Tsuchihashi R., Tchobanoglous G., 2007, "Water Reuse – Issues, Technologies, and Applications ", Metcalf & Eddy/AECOM, USA, pp. 1570.
Baker R. W. Membrane Technology and Applications, Wiley, 2004.
Cheryan M., 1998, "Ultrafiltration and Microfiltration Handbook", II ed., CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, pp. 527.
Crittenden J.C., Trussell R.R., Hand D.W., Howe K.J., Tchobanoglous G., 2005, "Water Treatment – Principles and Design", II ed., John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, pp.1948.
Department for Environment, Food and Rural Affairs (2009): Life Cycle Assessment of Ultra-Efficient Lamps Navigant Consulting Europe, Ltd. A research report completed for the Department for Environment, Food and Rural Affairs, 5th May 2009, Department for Envi-ronment, Food and Rural Affairs Nobel House 17 Smith Square London SW1P 3JR, www.defra.gov.uk
Frischknecht R., Althaus H., Doka G., Dones R., Heck T., Hellweg S., et al. (2007): Overview and methodology. Final report ecoinvent v2.0 No. 1, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Duebendorf, Switzerland.
Giungato P. , Nardone E. , Notarnicola L., (2009). Il Riuso Delle Acque Reflue Depurate in Puglia: Aspetti Merceologici ed Economici. Atti del XXIV Congresso Nazionale delle Scienze Merceologiche, Torino/Alba, 23-25 Giugno 2009.
Giungato P., Nardone E., Notarnicola L., (2010a). Reclamation of Treated Wastewater in the Apulia Region (Italy): State of the Art and Future Perspectives. Journal of Commodity Science, Technology and Quality, vol. 49 (2); p. 105-120.
Giungato P., Guinèe J. (2010b). Life Cycle Assessment of an Urban Wastewater Tertiary Treatment Plant. In: Proceedings Lcafood2010. Bari, 22-24 September, University of Bari Aldo Moro, vol. 2, p. 384-389.
Guinée, J.B. (Ed.), M. Gorrée, R. Heijungs, G. Huppes, R. Kleijn, A. de Koning, L. van Oers, A. Wegener Sleeswijk, S.Suh, H.A. Udo de Haes, J.A. de Bruijn, R. van Duin and M.A.J. Huijbregts (2002). Handbook on Life Cycle Assessment: Operational Guide to the ISO Standards. Series: Eco-Efficiency in Industry and Science, Vol. 7. Springer. Dordrecht.

IPRES (2010): Puglia in Cifre 2009, Istituto pugliese di ricerche economiche e sociali, Cacucci editore, Bari.
ISO 14044 (2006). Environmental management life cycle assessment requirements and guidelines, Geneva, Switzerland.
Metcalf & Eddy, Inc. an AECOM Company, Takashi Asano, Franklin L. Burton, Harold L. Leverenz, Ryujiro Tsuchihashi, George Tchobanoglous: Water Reuse. McGraw-Hill Professional, 2007.
Mulder J.: Basic Principles of Membrane Technology. Springer, 1996.
Scott K., Hughes R.: Industrial Membrane Separation Technology. Springer, 1996.
Water Environment Federation, 2006, "Membrane Systems for Wastewater Treatment", WEF Press McGraw-Hill, New York, USA, pp. 284.
Winston Ho, Kamalesh Sirkar: Membrane Handbook, Springer, 1992.
Winston Ho, Sirkar K.K., 2001, "Membrane Handbook", Kluwer Academic Publishers, Norwell, Massachusetts, USA, pp. 954.

Summary
LIFE CYCLE ASSESSMENT OF WASTEWATER DISINFECTION PLANTS

Urban wastewater reuse for irrigation purposes, as regulated in Italy by DM 185/2003 and Legislative Decree no. 152/06, represents for a region like Apulia, subjected to drought, an alternative source of water different from well extraction and water supply from Apulia's aqueduct. A project of improvement and adaptation of 40 municipal wastewater treatment plants exists and involves the construction of advanced tertiary treatment stages needed to achieve the quality parameters for irrigation, civil or industrial reuse purposes. Of fundamental importance is the choice of disinfection treatment as the last stage of the advanced tertiary treatment.
For this reason we have conducted research and environmental studies on the various available options. In the present study a comparative LCA analysis of disinfection options available at the pilot strategic plant in the SIRPAR project, was carried out. The study showed the need to use technologies that allow savings in electricity, both for pumps (minimization of the hydraulic jump for all of the disinfection techniques) and in the specific technology and pointed out less impacts in disinfection with chlorine dioxide, sodium hypochlorite and by ultraviolet rays.

PRODUZIONE DI BIOCOMBUSTIBILI DALLE ALGHE. FAVORIRE LA SOSTENIBILITÀ E SALVAGUARDARE LE RISORSE ENERGETICHE ESAURIBILI

GIANCARLO SANTOPRETE* , PAOLO BERNI**
*Dipartimento di Economia aziendale, Università di Pisa, Via C. Ridolfi, 10, Pisa, Italy, 56124
e-mail: g.santoprete@ec.unipi.it.
**Dipartimento di Scienze dell'uomo e dell'ambiente, Università di Pisa, Via delle Belle Torri, 18, Pisa, Italy, 56126
e-mail: pberni@agr.unipi.it

Riassunto
Gli Autori, dopo aver effettuato un breve cenno sugli apporti che le alghe e/o i loro derivati forniscono in diversi comparti merceologici (alimentazione umana e del bestiame, estratti, cosmetici, fertilizzanti ecc.) si soffermano ad analizzare i contributi che dalle stesse è possibile ottenere in termini di fonti energetiche rinnovabili e sostenibili. Essi auspicano un crescente interesse dei governi nei confronti della loro coltivazione e della loro utilizzazione finalizzata specialmente a scopi energetici. A tale proposito gli Autori fanno presente come la produzione e l'uso energetico delle alghe consenta varie opportunità e vantaggi. Si presenta comunque la necessità di migliorare le tecnologie al fine del contenimento dei costi in modo da favorirne l'affermazione.

Introduzione
Tra i problemi che affliggono l'umanità le incertezze in campo energetico e le incognite ad esso legate e relative al futuro dell'ambiente, come noto, attraggono l'attenzione della comunità internazionale. In particolare l'utilizzo dei combustibili fossili viene identificato sia come ragione del depauperamento delle risorse naturali (particolarmente petrolio), sia come causa dell'incremento della concentrazione del CO_2 nell'atmosfera. Esso ha raggiunto nel 2010 il valore di 388 ppm rispetto ai 280 ppm dell'epoca antecedente la Rivoluzione industriale (United Nations University, 2010). Per conseguire la invocata sostenibilità ambientale ed economica, sono quindi necessari processi di espansione delle fonti energetiche alternative che non siano semplicemente rinnovabili, ma anche capaci di sequestrare il CO_2 atmosferico (Santoprete G., Berni P., 2009). Oggi la quasi totalità delle fonti di energia rinnovabile (idroelettrica, eolica, geotermica ecc.) sono rivolte a soddisfare le esigenze del mercato dell'elettricità. Questa energia rappresenta tuttavia solo una modesta porzione dei consumi energetici mondiali, essendo la maggior parte soddisfatto con forme non elettriche (UN, 2010). Per quanto accennato quindi i biocombustibili, originati dalle biomasse, hanno attratto l'attenzione dei ricercatori e dei governi, anche in vista di accrescere le opzioni energetiche possibili, stante la crescita della popolazione (UN, 2004) e dei consumi energetici mondiali (Santoprete G., Wang J., 2008). Inizialmente la comunità scientifica e l'industria hanno rivolto il loro interesse alle colture terrestri (soia, colza, mais ecc.); oggi, più opportunamente, per la pesante situazione alimentare (FAO, 2011), questo itinerario appare superato dai sistemi di seconda generazione, che trovano fondamento sui vegetali acquatici: micro e macro alghe (Schenk P.M. et al., 2008). Ciò anche perché questi vegetali, da lungo tempo impiegati nella alimentazione umana e zootecnica, sono stati largamente studiati e fatti oggetto di preparazioni di grande interesse commerciale, sia per i valori unitari che esprimono e sia per l'ampio ventaglio di impieghi diretti e indiretti che dispensano (Santoprete G., 1986), (Yamaguchi K., 1997), (http://jalgalbiomass.com/). Facendo seguito agli studi a carattere merceologico da noi condotti sulle alghe (Santoprete G., 1986), (Berni P., Santoprete G., 2011), (Santoprete G. e al., 2011), con il presente lavoro si intendono approfondire le opportunità che esse sono capaci di dare in campo energetico.

Le alghe, i comparti e le produzioni di maggiore interesse in generale
Il numero di prodotti che possono essere ottenuti dalle alghe è molto vasto. Ciò perché vi è una grandissima varietà di specie e ampie possono essere le condizioni per la loro coltivazione. Esse influenzano assai la loro composizione, con la possibilità di guidarla verso sostanze e prodotti di maggior interesse per i consumatori. Malgrado le richiamate opportunità oggi l'attenzione è concentrata solo su pochi prodotti, per cui le possibilità offerte dalle alghe sono sottoutilizzate e molti settori che ne potrebbero beneficiare ne restano privi. E' ad esempio il caso del comparto energetico. Di seguito si elencano le aree e i prodotti che oggi

hanno maggiore interesse per i mercati, rinviando per informazioni analitiche a nostri precedenti contributi (Santoprete G., 1986), (Berni P., Santoprete G., 2011), (Santoprete G. e al., 2011) e alla letteratura specialistica: -a) *settore della alimentazione umana* (Goldeberg L., 1996); -*b) settore della salute e farmaci* (Brito de Matta C.B et al. 2011); -c) *estratti algali per preparazioni alimentari e altri prodotti* (Briand X., 1996); -*d*) *settore della alimentazione animale* e *dell'acquicoltura* (Becker E. W. ,2007), (Spolaore P. et al., 2006); - -e) *settore della chimica* (FAO, 2010); - f) *settore dei cosmetici* (Kijjoa,A. ,Sawangwong P., 2004); - g) *settore dei fertilizzanti* (Pulz O., Gross W., 2004).; -h) *settore cartario* (Okuda K., 2007). Ovviamente a questa elencazione si deve aggiungere il "settore energetico" da considerare come un elemento di primaria importanza nell'utilizzo prospettico delle alghe. Un successivo paragrafo è dedicato agli usi energetici della biomasse algali. Le alghe infatti, per le loro prerogative, costituiscono la seconda generazione degli usi energetici della biomassa.

Le alghe: i sistemi di coltivazione

I sistemi industriali di coltivazione delle alghe, impiegati sin dal 1950 **(**Christi Y., 2007), utilizzano esclusivamente luce naturale. Infatti, i sistemi a luce artificiale, se pur utili a livello sperimentale, non sono logicamente convenienti dal punto di vista economico, poiché consumano più energia di quanta ne potrebbero fornire con le alghe. La schematica indicazione che segue ha lo scopo di far comprendere gli aspetti economici connessi con gli indirizzi energetici della loro coltivazione. A questo proposito è utile osservare che la produttività annua di biomassa algale secca per ettaro può raggiungere le 40 – 80 tonnellate, in funzione della localizzazione e della tecnologia di coltivazione impiegata (Wijffels R.H. et al. 2010). Questi dati, raggiungibili a seguito di miglioramento genetico, risultano largamente superiori a quelli delle colture terrestri (Tredici M.R., 2010). Dato l'interesse economico-industriale che le alghe stanno raccogliendo, la FAO ha pubblicato un dettagliato resoconto sulle tecnologie impiegate per la loro coltivazione (FAO, 2009). Di seguito se ne elencano le tipologie: **-** *Sistemi di coltivazione aperti.* (19 Haag A.L., 2007); - *Sistemi chiusi di coltivazione* (Tredici, M. R., 2010);- *Sistemi marini di coltivazione* (Tseng C.K., 2004), (Vásquez J., 2008).

Gli usi energetici della biomassa algale

L'esigenza di non depauperare le limitate risorse di combustibili fossili, di contrastare i cambiamenti climatici, di migliorare la sicurezza energetica, sollecitano il ricorso alla produzione e all'uso di biocombustibili. Oggi si fa ricorso, quale materia prima per ottenere biocombustibili, a prodotti dell'agricoltura, più utili nell'alimentazione umana. A questo proposito appare più consono e garanzia di sostenibilità ambientale (non necessitano di pesticidi) il ricorso alla coltivazione di alghe per finalizzarle all'ottenimento di biocombustibili di seconda generazione. Come accennato, la possibilità di produzione sostenibile di energia dalle alghe sta suscitando grande interesse. Qui di seguito ci si sofferma sui combustibili da esse ottenibili.

Biodiesel

La produzione di biodisel a partire dalla biomasse terrestri presenta un certo numero di problemi. In primo luogo, la maggior parte di fonti di biomassa, come l'olio esausto, i grassi di origine animale, gli oli vegetali ecc. sono disponibili in quantità limitata (Ma F. e Hanna M. A., 1999). In secondo luogo, molte di queste fonti (mais, soia ecc.) hanno utilizzazioni alimentari. Inoltre le risorse che sono state utilizzate per ottenere la biomassa agricola (terreni agrari, macchine, energia ecc.) potrebbero trovare migliore utilizzazione. Poi a causa della limitata disponibilità e della forte concorrenza, molte fonti di biomassa sono diventate sempre più costose (Campbell M. N., 2008). Invece, ricorrendo alla produzione delle alghe è possibile risolvere questi problemi. In primo luogo, la biomassa algale può essere ottenuta in grandissimi volumi e possiede un rendimento per ettaro in termini di lipidi molto superiore alle altre fonti (anche 250 volte la quantità di olio rispetto ad un ettaro a soia). In secondo luogo gli oli ottenuti dalle alghe hanno limitati mercati concorrenziali e non sono generalmente in competizione diretta con le colture alimentari. Poi le alghe possono essere coltivate in strutture site su terreni marginali. E quel che più conta la loro maggiore efficienza produttiva, permette, in assoluto, la fissazione di più elevate quantità di CO_2 e, in taluni casi, la depurazione di acque reflue. Inoltre gli sforzi di ricerca più recenti hanno consentito di incrementare la concentrazione di lipidi nelle alghe a seguito di una serie di miglioramenti genetici e di destinare la biomassa, privata dell'olio, a ulteriori impieghi (es. mangimi ecc). Infine, la coltivazione di alghe in territori lontani dai rifornimenti petroliferi può essere l'unica soluzione per disporre di carburante. Per l'interesse che suscita la coltivazione di alghe è stata studiata con importanti progetti pilota al fine di determinare se detta coltivazione può essere

la soluzione per ricavarne petrolio da destinare alla produzione di biodiesel. In effetti l'idea non è recente. Essa è stata per la prima volta esaminata nel 1978 con l'Energy Program del Dipartimento di specie acquatiche degli USA. Inizialmente il programma si pose come obiettivo quello di identificare le specie algali e le condizioni che massimizzano la loro resa in trigliceridi riducendo al minimo gli input di capitale (Sheehan et al, 1998) (Schneider D., 2006) conseguendo avanzamenti nella loro coltivazione, nella fisiologia, biochimica e biologia molecolare. Il risultato è stato quello di migliorare i rendimenti in fase di trans-esterificazione degli acidi grassi, le cui caratteristiche, per taluni parametri (numero di cetano, flash point), risultano superiori a quella degli analoghi carburanti di origine fossile. Il contesto economico è certamente cambiato da quando detto programma sulle specie acquatiche si è concluso (dopo circa 18 anni di lavoro). I principali mutamenti che vanno a favore del ricorso alle alghe riguardano la riduzione dei loro costi di coltivazione, i maggiori prezzi del petrolio grezzo sui mercati internazionali, gli interessanti incentivi dei governi agli investitori interessati al biodiesel da alghe (Haag A.L., 2007). Grandi società energetiche, come NRG Energy Inc., hanno già avviato progetti pilota (NRG Inc., 2007). I governi, interessati alla mitigazione dei cambiamenti climatici e in cerca di sicurezza nei rifornimenti di carburanti stanno anche avviando una politica di investimenti che favorisce la produzione di biocarburante dalle alghe (Scott A., Bryner M., 2006). Così in Europa le marinerie di pesca ricevono incentivi se usano biodiesel o miscele contenenti tale carburante (DL 3/11, 2008, n. 171). In particolare la produzione di biodiesel da trigliceridi algali sta acquisendo successi poiché le alghe possono contenere potenzialmente oltre l'80% di lipidi totali sul secco. (mentre i semi oleosi ne contengono molto meno). Ovviamente tali eccezionali tenori si ottengono su ceppi algali selezionati, coltivati in condizioni di stress, ad esempio minimizzando la fertilizzazione azotata. Tuttavia, anche in condizioni di normale crescita la concentrazione di lipidi, pur essendo più bassa (intorno al 45%), risulta sempre significativa, come è mostrato in tabella (*tab. 1)* (Christi Y., 2007).

Tab. 1. Confronto tra il contenuto di oli che si trovano in talune specie di alghe verdi.

Specie	***Contenuto di olio (% sul peso secco)***
Chlorella sp.	28-32
Nitzschia sp.	45-47
Nannochloropsis sp.	31-68
Schizochytrium sp.	50-77

La produttività annuale e quindi il contenuto di lipidi delle alghe è di gran lunga maggiore di quello delle colture da seme (Christi Y., 2007; Haag A.L., 2006; Schneider D., 2006). Mentre da un ettaro di girasole o di colza si possono produrre 0,7-1 t di olio per anno, le colture algali, se realizzate in adeguati impianti (fotobioreattori), possono superare, nelle nostre regioni, le 20 t con un potenziale di oltre 30 t nei paesi tropicali. Si osserva tuttavia che in condizioni di stress la produzione di biomassa non ha un elevato rendimento, tuttavia da un punto di vista economico risulta significativa la produzione unitaria di oli che può essere ulteriormente collegata con coproduzioni di alto valore di mercato, associate alla produzione di biodiesel (ad es. alginati, agar agar ecc.).

Idrocarburi

Già negli anni 80' del secolo scorso era stato mostrato che talune specie di alghe non producono lipidi ma idrocarburi (di solito a concentrazioni inferiori al 2 %) (Qin J. G., 2010). In particolare quelle del genere *Botryococcus* ne producono quantità importanti e a catena più lunga (Lih-Yen C., and Engel A.J., 1981) come esplicitato dalla *tab.2* 100 (Hillen L.W. et al., 1982).

Tab.2 . Idrocarburi presenti in Botryococcus braunii

Composti	**%**
Isobotryococcene	4%
Botryococcene	9%
$C_{34}H_{58}$ *	11%
$C_{36}H_{62}$ *	34%
$C_{36}H_{62}$	4%
$C_{37}H_{64}$	20%
Altri idrocarburi	18%

*I due $C_{36}H_{62}$ sono isomeri

Il distillato algale veniva analizzato con metodiche in uso nella industria petrolifera. Queste investigazioni preliminari indicavano che gli idrocarburi estratti dalla *Botryococcus braunii* non sono adatti per la produzione di biodiesel, sono invece suscettibili di dare benzine e carburanti avio (cherosene) a seguito di hydrocracking. *Botryococcus* è una specie di acqua dolce, che cresce anche in acqua salina ed è in grado di produrre alcuni carotenoidi (Rao A.R. et al., 2007). Il suo svantaggio è la lenta velocità di crescita. Tuttavia nel 1988 con il brevetto US Plant Patent 6169 questi problemi sono stati superati nel *Botryococcus braunii* varietà *Showa*, che ha un contenuto di idrocarburi sulla sostanza secca maggiore del 20%. Il brevetto è scaduto nel 2008 e questa circostanza ha accresciuto l'interesse da parte della industria petrolifera. Ciò è dimostrato dalle domande di brevetto che su queste tematiche si vanno sviluppando. Ad esempio nel 2006 Nonomura ha presentato una domanda relativamente alla coltivazione della varietà *Chlorophyta* (Nomura M.A. 2006). E altri brevetti depositati riguardano ancora *Botryococcus braunii* varietà *insei* che, parimenti, è idonea a fornire idrocarburi impiegabili nelle raffinerie. Cioè in modo che sintetizzino idrocarburi simili al prodotto intermedio della raffinazione di petrolio. Con la partecipazione finanziaria della Exxon, si è formato un gruppo congiunto (SGI-EXXON) che sta ora lavorando per realizzare, entro i prossimi cinque - dieci anni, un processo in grado di ottenere dalle alghe grandi quantità di prodotti chimici ed energetici (http://www.syntheticgenomics.com/**,** 2011). La Exxon Mobil Inc. ritiene che le alghe abbiano la potenzialità di ottenere grandi volumi di petrolio lavorabile nelle raffinerie oggi esistenti**.** Allo stato attuale e indipendentemente da altre considerazioni (bilancio della CO_2, tutela delle riserve di combustibili fossili ecc.) sembra potersi dire che il costo di estrazione degli idrocarburi dalle alghe risulterebbe più elevato di quello che si registra per i combustibili fossili.

Etanolo

Come noto la biomassa vegetale che può essere utilizzata per ottenere etanolo è costituita da una vasta gamma di materiali grezzi che si affiancano ai materiali zuccherini tradizionali (canna da zucchero, mais, ecc.). Recentemente l'attenzione è stata rivolta alle alghe, sia per il loro alto contenuto di carboidrati (anche superiore al 50% di amido), sia per la sottigliezza delle pareti cellulari di taluni ceppi (polisaccaridi) (Sargassum, Glacilaria, *Primnesyum parvum, Euglena gracilis),* sia per non contenere lignina.

Il processo si attua seguendo le seguenti fasi: a) incremento della produzione di amido e di altri polisaccaridi; b) avvio della demolizione della biomassa; c) inoculo dei lieviti e innesco della fermentazione zuccherina; d) distillazione dell'alcool dai materiali di risulta.

La rottura delle membrane cellulari può essere favorita da un intervento meccanico che consente un più agevole rilascio dei carboidrati su cui poi i lieviti (*Saccharomyces cerevisiae* e *Saccharomyces uvarum*) possono agire prontamente. Poiché la biomassa algale è costituita principalmente da carboidrati, proteine e lipidi è possibile ottenere una produzione combinata. Infatti, una volta che i lipidi sono stati estratti e destinati alla produzione di biodiesel, rimangono carboidrati e proteine. Le proteine possono essere indirizzate al comparto mangimistico, mentre i carboidrati, trasformati in zuccheri, sottoposti a fermentazione forniscono etanolo (*fig. 1*). Mentre il CO_2 rilasciato dal processo fermentativo può essere indirizzato nuovamente alla coltivazione di alghe. Tale circuito chiuso presenta un potenziale di crescita interessante per cui sono già state avviate iniziative in proposito (AAVV, 2010). Si osserva che il basso prezzo dell'etanolo, rispetto ai prodotti di pregio forniti dalle alghe (ad es. carrogenano, agar ecc.) non fa prevedere risultati di rilievo per questo tipo di prodotto, a meno della realizzazione di processi sistemici integrati, come sopra indicato.

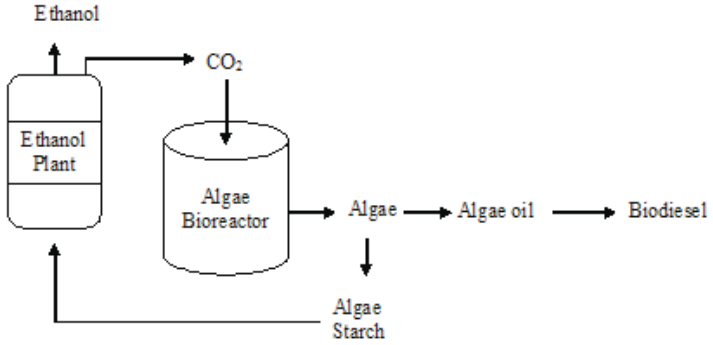


Figura 1 . Schema della produzione congiunta biodiesel - etanolo

Si osserva tuttavia che talune start-up (es. Algenol Biofuel) che hanno attratto l'interesse di società multinazionali, come la Dow Chemical Company, hanno avviato impianti dimostrativi per studiare più approfonditamente le prospettive industriali di tale produzione energetica ricorrendo a modificazioni genetiche di quelle alghe che si ritiene possano produrre direttamente (NEXANT, 2009).

Biogas

La digestione anaerobica è sicuramente un processo interessante per il trattamento delle materie organiche (Even P. et al, 2009). Essa è adatta a prodotti che, come le alghe, sono molto umidi (ad es. 50-95%), quindi non economicamente trattabili con i processi che richiedono la preventivo essiccazione. Resta il fatto che le sostanze contenute nella biomassa digerita, una volta separato il biogas, possono essere recuperate dalle fasi liquide e solide. Nel biogas ottenuto dalle alghe è presente metano in una percentuale maggiore del 65%. La loro utilizzazione a fini metaniferi diventa una necessità allorché sia necessario provvedere alla salvaguardia delle acque che le ospitano e dell'atmosfera. Questo perché il gas che si forma sul fondo dei corpi acquatici, a seguito della loro decomposizione, è principalmente metano che, come noto, dimostra la pessima qualità delle acque. Si ricorda inoltre che il metano è un gas serra con un potenziale di riscaldamento terrestre superiore a quello del CO_2. Il lago Dian (Yunnan, Cina), ad esempio, ha più volte sperimentato fioriture consistenti di alghe blu-verdi la cui presenza rende necessari interventi risolutivi o almeno periodici (Xu R. et al., 2009). Molteplici altri bacini, un po' in tutto il mondo, presentano problemi similari. Ad esempio negli USA la maggior parte dei 7.000 bacini destinati al trattamento delle acque reflue non usano raccogliere le alghe, con evidenti problemi di degrado dell'ambiente. In questi contesti la biomassa algale dovrebbe essere recuperata e indirizzata alla produzione di biogas, con vantaggi multipli non indifferenti (Salerno M., 2009).
Il processo anaerobico della biomasse algale si svolge in opportuni "digestori"(JJJ Vergara-Fernández A., 2008) in due fasi, idrolitica e acetogenica la prima e metanogenica la seconda, a seguito delle quali si ottiene metano e biossido di carbonio. Per avere un'idea del rendimento in termini di biogas si può stimare che ogni kg di sostanza algale secca fornisca dai 0,4 ai 0,6 m^3 di biometano. Ovviamente allorché le alghe debbano essere coltivate per produrre metano, quale prodotto unico della coltivazione, la produzione non risulta economicamente concorrenziale rispetto al gas naturale. Lo può diventare in caso di produzioni multiple integrate (ad esempio estratti algali – energia) ovvero allorché la produzione di biometano si consegua miscelando le alghe coltivate con altre fonti di materiali organici, quali quelle di provenienza agricolo-alimentare, zootecnica ecc. In questo modo la co-produzione, riduce i costi e rende la produzione del biogas conveniente specie se dalle alghe è stato possibile pre-estrarre prodotti di pregio e valore.

Trattamento termochimico

La pirolisi è un ulteriore processo con cui le alghe possono essere tratte a scopo energetico (Ross A.B. et al.,2008). Essa, grazie all'impiego di alte temperature (maggiori di 350°C) in atmosfera priva di ossigeno, realizza la scissione delle molecole organiche costituenti le alghe. In questa tipologia di trattamenti, tuttavia, l'input di energia è maggiore di quello che necessita nelle produzioni di biogas. Il processo è condotto all'interno delle così dette bio-raffinerie, le quali, come le raffinerie chimiche, consentono di ottenere prodotti diversificati, così da massimizzare il valore della materia prima attraverso i prodotti ottenuti dalla trasformazione (Li D.M. et al., 2010). Il trattamento trasforma le molecole algali in tre prodotti: un gas, un liquido (bio-olio) e un residuo carbonioso.
Il trattamento termochimico di de-ossigenazione con zeoliti, recentemente proposto (Huber G. W.,2008), ha aperto nuove prospettive, delineando una strategia che appare commercialmente significativa. In realtà questo processo di pirolisi catalitica con zeoliti non è nuovo: da decenni le industrie chimiche usano il medesimo processo per convertire il petrolio nelle sue frazioni. Tuttavia i vantaggi dell'aver applicato questa tecnologia alle biomasse algali appaiono di grande rilievo prospettico. Infatti, quantunque si tratti sempre di procurarsi combustibili e composti chimici tramite trattamenti termochimici, è il conformarsi della bio-raffineria basata sulla pirolisi ai criteri etici dello sviluppo sostenibile che fa la differenza nei confronti di una raffineria di petrolio. In definitiva fonti esauribili contro fonti rinnovabili, per giunta ad emissioni nulle di CO_2 da parte delle alghe.
Il processo con zeoliti consta di due fasi: dapprima l'olio di pirolisi è idrogenato cataliticamente (platino e rutenio) in modo da dare una combinazione di sostanze più stabili e meno acide (come polioli e alcoli); nella seconda fase questi composti sono trattati con una speciale classe di zeoliti, le ZSM-5, parimenti impiegate nelle raffinerie di petrolio. Esse sono in grado di convertire circa il 60% dei composti presenti nell'olio

algale in 5 composti chimici chiave (benzene, toluene, xilene, propilene ed etilene) che, insieme al metanolo e all'1,3-butadiene, sono alla base dell'industria petrolchimica e quindi utili per la produzione di un gran numero di beni di consumo (ad es. le plastiche).

Bioidrogeno

Con il termine bioidrogeno si indica l'idrogeno molecolare prodotto per via biologica. Negli ultimi anni esso è diventato uno dei candidati più promettenti per la produzione di energia pulita: può ad esempio essere utilizzato per generare elettricità senza che si sviluppino indesiderati gas serra. Oggi le tecnologie in uso per ottenere idrogeno, prelevandolo puro dalle molecole che lo contengono, impiegano quantità di energia rilevante proveniente da quelle fonti che dovrebbe sostituire. Quindi la produzione odierna non si può dire che sia esattamente un'attività "verde"**.** Infatti, l'efficienza produttiva è talmente bassa e i costi talmente alti da rendere più conveniente l'utilizzo diretto dei combustibili stessi, con i noti inconvenienti per la sostenibilità ed ambientali. Lo stesso dicasi per il ricorso all**'**elettrolisi. poiché l'elettricità è generata correntemente ricorrendo ai combustibili fossili e solo subordinatamente dalle fonti rinnovabili di energia, esse sono ancora troppo costose per conseguire una compiuta sostituzione. Un recente filone di ricerche indica una nuova interessante e concreta strada (Bruschi M. et al., 2010). Si tratta della incoraggiante prospettiva della produzione d'idrogeno da parte di talune alghe ottenute con modificazioni genetiche. Tali alghe permettono oltre ad un impatto ambientale pari a zero, anche un risparmio di fonti fossili che sarebbe stato necessario utilizzare per produrre idrogeno. Nel 1939 Gaffron notò che le alghe verdi *Chlamydomonas reinhardtii* passavano a volte, durante la fotosintesi, dalla produzione di ossigeno a quella di idrogeno, senza peraltro scoprire le cause di tale comportamento (Gaffron H.**,1939**).

E'solo nel 1999 che si scoprì che privando le alghe dello zolfo queste interrompevano il flusso interno di ossigeno, creando così un ambiente in cui l'enzima idrogenasi poteva agire, fornendo bioidrogeno (http://www.wired.com/wired/archive/10.04/mustread.html?pg=5) **(**Melis A., Happe T., 2001**).** Due anni dopo nacque la start-up "Melis Energy" e poi altre società (http://www.gardenbanter.co.uk/united-kingdom/10893-algea-power-repost.html 2011) che hanno progettato alghe verdi ogm a più elevata produzione di idrogeno, come conseguenza di un'ottimizzazione delle capacità di fotosintesi. Queste ricerche, per dare frutti di interesse economico, dovranno continuare nella direzione di un potenziamento ulteriore delle capacità delle alghe di produrre idrogeno. Questa linea di ricerca è considerata di grande interesse per il futuro, nella direzione di realizzare la così detta "economia dell'idrogeno".

Bioelettricità

Come accennato, diverse sono le fonti di bioenergia che vengono generate dai processi di fotosintesi: lipidi, alcoli, polisaccaridi, idrogeno. Tuttavia, più suggestiva appare una ulteriore possibilità. Per utilizzare in modo più efficiente l'energia solare raccolta da parte degli organismi con la fotosintesi, è stata valutata la fattibilità di generare bioelettricità provvedendo direttamente alla estrazione di elettroni dalla catena fotosintetica di trasporto degli elettroni stessi, prima di essere utilizzati per fissare il CO_2 in zuccheri e polisaccaridi. Da una cellula vivente di alghe, *Chlamydomonas reinhardtii*, elettroni fotosintetici (1,2 pA a 6000 mA/m2) sono stati estratti direttamente senza un vettore mediatore di elettroni, inserendo un nanoelettrodo nei cloroplasti delle alghe (Won Hyoung R. et al., 2010). Il risultato è la produzione di energia senza rilascio di carbonio in atmosfera. In definitiva, si tratta in assoluto della fonte più pulita che possa esistere. Questo risultato rappresenta un passo importante nella produzione diretta di bioelettricità a seguito del prelievo senza intermediari di elettroni dalle cellule delle alghe e probabilmente di altre specie vegetali. Ma in considerazione delle esigue quantità di energia ricavabili, ci si chiede se è economicamente conveniente ricavare elettricità direttamente per via biologica dalle alghe. Una valida soluzione potrebbe essere quella di allungare la vita delle cellule e utilizzare piante con cloroplasti più grandi che consentano di catturare più elettroni. Si tratta comunque di una sfida impegnativa, che nondimeno vale la pena di perseguire, poiché, in caso di successo, avremmo elettricità ad impatto zero. In questo modo si aprirebbe un capitolo di studi nuovo e di grande interesse, in cui il successo della iniziativa contribuirebbe, in maniera straordinaria, alla sostenibilità ambientale, all'impiego e ai contributi apportabili dalle fonti rinnovabili.

Conclusioni

In considerazione 1) del problema energetico, di cui soffre gran parte del mondo, 2) della necessità di far fronte alla tematica connessa all'esaurimento delle fonti non rinnovabili, 3) del problema ambientale ed in particolare dell'incremento di concentrazione del CO_2 nell'atmosfera, con i conseguenti cambiamenti climatici (il CO_2 ha superato i 380 ppm, rispetto ai 270 ppm dell'inizio del 900'), 4) del problema della

fame, che coinvolge 1,2 miliardi di cittadini, 5) della previsione di crescita demografica (8,2 miliardi di cittadini nel 2025, rispetto a 6 nel 2000), 6) del fatto che le piante acquatiche, utilizzando volumi di acqua, hanno una più elevata produttività delle piante comuni per unità di superficie e quindi catturano, in assoluto, maggiori quantità di CO_2, 7) del fatto che possono essere utilizzate quale mezzo di disinquinamento delle acque, si può ritenere, in relazione a quanto sopra richiamato ed evidenziato nel lavoro, che la coltivazione delle alghe si presta a offrire un contributo interessante all'attenuazione dei problemi accennati, con il vantaggio di offrire prodotti di elevato valore d'uso, di grande interesse economico e di elevata ecosostenibilità. L'indirizzo alla soluzione dei problemi stessi richiede, senza dubbio, ancora sforzi in termini di ricerca, ma i risultati già conseguiti per alcuni dei prodotti bioenergetici di seconda generazione rappresentano delle positive realtà che invitano a perseverare nella direzione di una loro maggiore considerazione. In particolare si ritiene che contributi interessanti da un punto di vista economico dell'uso delle alghe possano aversi nella produzione di biodisel, etanolo e biogas già nel breve periodo, specie se si ha l'accortezza di ricorrere a produzioni multiple integrate. Per le altre possibilità esaminate si ritiene necessario un ulteriore impegno nella ricerca per sostenere altresì una maggiore economicità dei processi. Sembra utile rammentare tuttavia che i criteri etici dello sviluppo sostenibile dovrebbero costituire l'elemento prioritario di differenziazione rispetto agli impieghi tradizionali delle preziose risorse esauribili, specie se considerate in relazione ai bisogni delle generazioni future. Ciò richiede tuttavia una più lungimirante visione della politica industriale ed ambientale da parte dei governi.

Bibliografia

- AAVV, Oilgae Comprehensive Report, "Energy from Algae: Products, Market, Processes and Strategies", A5C, Anugraha , 41 Nungambakkam High Road Chennai 600034, Tamilnadu, India, 11, 1-85, 2010.
- Becker E. W., "Micro-algae as a source of protein", Biotechnology Advances, 25(2), 207-210, 2007.
- Berni P., Santoprete G., "Enhancement of CO_2 by biological process: an opportunity for the environmental protection and support of production of high added value", The 2nd International Conference on Engineering and Business Management (EBM 2011), Wuhan, China, March 22-24, 2011.
- Briand X., "Utilization of algae extract for the preparation of pharmaceutical, cosmetic, food or agricultural compositions", United States Patent 5508033, 1996.
- Brito de Matta C.B. et al., "Antinnociceptive and Anti-Infiammatory Activity from Algae of the Genus *Caulerpa",* Marine Druds, 9 (3), 307-318, 2011.
- Bruschi M. et al., "Functionally Relevant Interplay between the Fe_4S_4 Cluster and CN^- Ligands in the Active Site of [FeFe]-Hydrogenases", J. Am. Chem. Soc., 132 (14), 4992–4993, 2010.
- Campbell M. N., "Biodiesel: Algae as a Renewable Source for Liquid Fuel", Guelph Engineering J., 1, 2-7, 2008.
- Christi Y., "Biodiesel from microalgae", Biotechnology advances , Vol. 25 (3), 294-306, 2007.
- Decreto Legge 3 novembre 2008, n. 171 (Gazzetta Ufficiale - serie generale - n. 258 del 4 novembre 2008).
- Even P. et al., "The Potential of Blue-Green Algae for Producing Methane in Biogas Fermentation", Proceedings oh ISES World Congress 2007 (vol. I – vol. V), (7), 2426-2429, 2009.
- FAO," Algae-Based Biofuels - A Review of Challenges and Opportunities for Developing Countries", FAO, Rome, 2009.
- FAO, Aquatic Biofuels Working Group, "Algae-based biofuels: applications and co-products", Environment and Natural Resources Management Working Paper Vol. 44, FAO, Rome, July 2010.
- FAO, "World food situation, Global information and early warning system on food and agriculture", FAO, Rome, 2011.
- Gaffron H., "Reduction of Carbon Dioxide with Molecular Hydrogen in Green Algae." Nature, vol. 143, 204, 1939.
- Goldeberg L., "Functional Foods, Designer Foods, Pharma Food Nutraceuticals", Chapman and Hall, London, 393-449, 1996.
- Haag A.L., "Algae bloom again", Nature, 31 May, Vol. 447, 520-521, 2007.
- Hillen L.W., Pollard G. et al., "Hydrocraking of the Oils of *Botrycoccus brauni* to Transort Fuels", Biotechnology and Bioengineering, 24 (1), 193–205, 1982.
- Huber G. W. (Ed. by), "Breaking the Chemical and Engineering Barriers to Lignocellulosic Biofuels: Next Generation Hydrocarbon Biorefineries", University of Massachusetts Amherst. National Science Foundation,Washington D.C.,2008.
- http://jalgalbiomass.com/Journal of Algal Biomass Utilization-ISSN: 2229–6905, 2011.
- http://www.syntheticgenomics.com/ 2011.
- http://www.wired.com/wired/archive/10.04/mustread.html?pg=5, 2011.
- http://www.gardenbanter.co.uk/united-kingdom/10893-algea-power-repost.html, 2011
- Kijjoa,A., Sawangwong P., "Drugs and Cosmetics from the Sea", Marine Drugs , 2 (2), 3-82, 2004..
- Li D.M. et al., "Evaluation of the pyrolytic and kinetic characteristics of *Enteromorpha prolifera* as a source of renewable biofuel from the Yellow Sea of China". Chemical Engineering Research and Design, 88, 647–652, 2010.
- Lih-Yen C., and Engel A.J., "Hydrocarbon Feedstocks from Algae Hydrogenation," Biotechnology and Bioengineering Symposium, 11, 171-186,1981.
- Ma F., Hanna M. A., "Biodiesel production: a review", Bioresource Technology 70, 1-15, 1999.
- Melis A., Happe T., "Hydrogen Production. Green Algae as a Source of Energy", Plant Physiol, Vol. 127, November, 740-748, 2011.
- NEXANT, "Algae: Emerging Options for sustainable Biofuel, Nexant", White Plains, N.Y., 2009.
- Nomura M.A.(inventor), "Methods and Compositions for Growth of Hydrocarbons in Botryococcus *sp*.", WO/2006/121950, Int. App. No. PCT/US2006/017577

- NRG, Inc., “NRG Energy Testing Green Fuel Technologies Algae Bioreactor System to Recycle Carbon Dioxide Emissions into Renewable Biofuels at Louisiana Power Plant”, Press Release, http://www.nrgenergy.com/, April 13, 2007.
- Okuda K., “Structure and phylogeny of cell coverings”, Journal of Plant Research, 115(11) 283 – 288, 2007.
- Pulz O., Gross W., “Valuable products from biotechnology of microalgae”, Applied Microbiology and Biotechnology, 65(6), 635-648, 2004.
- Qin J. G., “Hydrocarbons from Algae”, Handbook of Hydrocarbon and Lipid Microbiology, Part 26, pp 2817-2826, 2010..
- Rao A.R. et al., “Effect of salinity on growth of green alga *Botryococcus braunii* and its constituents”, Bioresource Technology, Vol. 98, Issue 3, 560-564, 2007.
- Ross A.B.. et al., “Classification of macroalgae as fuel and its thermochemical behaviour”. Bioresource Technology, 99, 6494–6504, 2008.
- Salerno M. et al , “Biogas Production from Algae Biomass Harvested at Wastewater Treatment Ponds”, Proceedings of the 2009, Bioenergy Engineering Conference.. Oct. 2009., ASABE, Paper Number Bio098023, pp. 5. 2009.
- Santoprete G., “Alghe e loro derivati: una panoramica delle utilizzazioni medico-farmaceutiche, cosmetiche ed alimentari”, Minerva Mesoterapeutica, Vol. 1, 2, 89-99, 1986.
- Santoprete G., .Berni P., “The significance of industrial uses of CO_2 (processes, products and googs) as instrument for the attenuation of thr greenhouse effect and for the obtaining of economic value”, J. Commodity Sci. Technol. Quality, 48 (II), 19-23, 2009.
- Santoprete G. et al., “Algae: an opportunity to obtain products with high value, to contribute to the reduction of environmental pollution and to achieve environmental sustainability”, J. Commodity Sci. Technol. Quality, 50 (I), 143-162, 2011.
- Santoprete G., Wang J, “Prospects of the energy demand. A problem for the coming generation”, ETS, Pisa, 2008.
- Schenk P.M. Et al., “Second generation biofuels: high-efficency microalghae for biodiesel production”, Bioenerg.Res, 1, 20-43, 2008.
- Schneider D., “Grow your Own? : Would the Wide Spread Adoption of Biomass-Derived Transportation Fuels Really Help the Environment,” American Scientist, Vol. 94, 408-409, 2006.
- Sheehan J. et al, “A look back at the US Department of Energy's aquatic species program—biodiesel from Algae”. National Renewable Energy Laboratory (NREL) Report: NREL/TP-580-24190, Golden, CO, 1998.
- Scott A., Bryner M., “Alternative Fuels: Rolling out Next-Generation Technologies,” Chemical Week, 20, 27, 17-21, 2006.
- Spolaore P. et al., “Commercial applications of microalgae”, Journal of Bioscience and Bioengineering, 101, 2, 87-96, 2006.
- Tredici, M. R., “Photobiology of microalgae mass cultures: understanding the tools for the next green revolution”, Biofuels, Vol. 1, No. 1, 143-162, 2010.
- Tseng C. K, “The past, present and future of phycology in China”, Hydrobiologia, 512 (1-3), 11-20, 2004.
- UN-Department of Economic and Social Affaires - Population Division, “World Population to 2030”, UN, New York, 2004.
- UN - Department of Economic and Social Affairs, “2007 Energy Balances and Electricity Profiles”, (Ser. W), pp 710, U N, New York, April 2010.
- United Nations University, Smithsonian Institution, Futures Group International and the American Council for the UNU, The Millennium Project, Global Futures Studies (by Glenn J, C. et al.), “2010 State of the Future”, Library of Congress Control Number: 98-646672, August 2010.
- Vásquez J.,. "Production, use and fate of Chilean brown seaweeds: re-sources for a sustainable fishery." Journal of Applied Phycology, 20 (5), 457-467, 2008.
- Vergara-Fernández A. et al., “Evaluation of marine algae as a source of biogas in a two-stage anaerobic reactor system”, Vol. 32, Issue 4, 338-344, 2008.
- Wijffels R.H. et al., "Microalgae for the production of bulk chemicals and biofuels." Biofuels, Bioproducts and Biorefining, 4 (3), 287-295, 2010.
- Won Hyoung R. et al., Direct Extraction of Photosynthetic Electrons from Single Algal Cells by Nanoprobing System, *Nano Lett.*, *10* (4), 1137–1143, 2010.
- Yamaguchi K., “Recent advances in microalgal bioscience in Japan, with special reference to utilization of biomass and metabolites: a review”, Journal of Applied Phycology,8 (6), 487-502, 1997.
- Xu R.et.al, The Potential of Blue-Green Algae for Producing Methane in Biogas Fermentation, Proceedings of ISES World Congress 2007 (Vol. I – Vol. V), (7), 2426-2429, 2009.

Summary

PRODUCTION OF BIOFUELS FROM ALGAE. PROMOTE THE SUSTAINABILITY AND SAFEGUARD THE EXHAUSTIBLE RESOURCES OF ENERGY

After making a brief mention on the contributions that algae, and / or their derivatives, give to the different products groups (food and livestock, extracts, cosmetics, fertilizers, etc.), the authors fix one's attention to analyse the contributions that the algae can offer in terms of renewable and sustainable energy sources. They want a growing interest of governments towards algae cultivation and use, especially designed for energy purposes. In this regard, the authors point out how the production and the energetic use of algae allows various opportunities and benefits. There is, however, the need to improve technologies for the purpose of cost containment in order to encourage competitiveness.

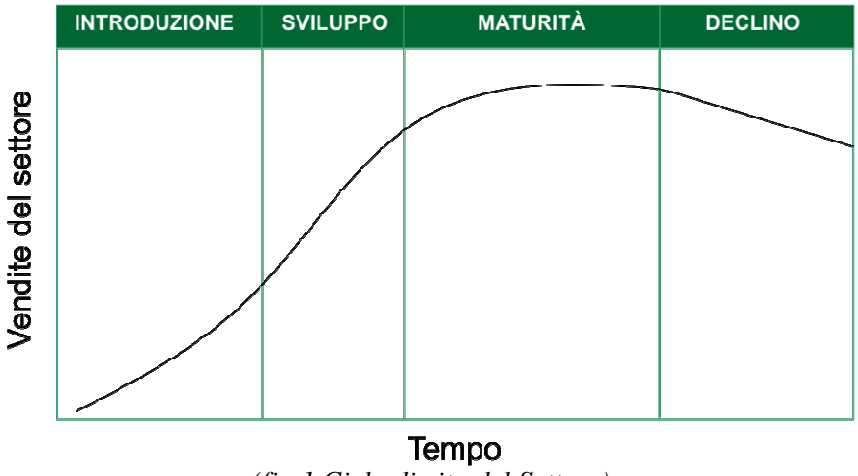
CICLO DI VITA DEL PRODOTTO, IMPATTO AMBIENTALE, ENVIRONMENTAL CLOCK-SPEED: LA VALUTAZIONE DEGLI INVESTIMENTI

SERGIO SPARACIA*
* Dipartimento di Studi e ricerche Economico-aziendali ed Ambientali
Università degli Studi di Messina
Piazza S. Pugliatti 1, 98122, Messina
e-mail: sergio.sparacia@unipa.it

Riassunto
Lo scopo del lavoro è illustrare un framework di valutazione nella scelta di investimento che permetta di fornire una migliore analisi del rapporto esistente tra i costi ambientali e le attività svolte nella gestione ambientale, evidenziandone la dinamica nella strategia ambientale lungo il ciclo di vita del settore/prodotto e la correlata efficienza/efficacia nei processi con l'applicazione dell'activity based costing.

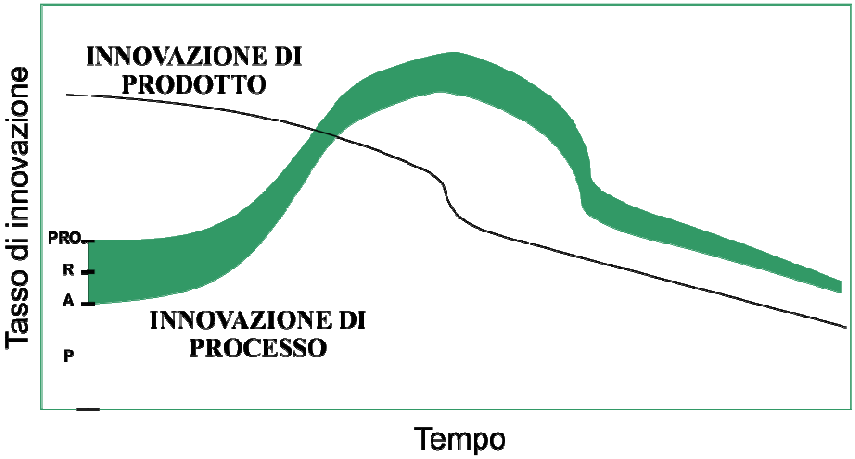
Introduzione
La competitività delle imprese dipende dalla interdipendenza di due fattori strettamente interconnessi: i costi e il tempo; quest'ultimo, dal punto di vista gestionale è legato al concetto di ciclo di vita del prodotto. Negli ultimi decenni si è assistito all'incremento esponenziale del tasso di sviluppo di nuovi prodotti e alla riduzione dei tempi dell'impresa nel pianificare il processo e la produzione pilota/ramp up al fine di massimizzare le vendite, ridurre i costi e conseguire una congrua redditività. L'assottigliamento temporale e i sistemi di controllo delle informazioni sui costi, oggi, enfatizzano il *cost-time orientation* caratterizzato da un aumento delle barriere nel valutare come priorità competitiva la variabile ambientale, che ha riflessi nei costi, nella qualità, nell'innovazione dei processi e delle organizzazioni; ne consegue una limitazione dell'autonomia strategica d'impresa nella *green area*.

Ciclo di vita del prodotto e impatto ambientale
Il ciclo di vita di un prodotto è la successione dei diversi stadi di vita di ogni prodotto che convenzionalmente si divide in quattro fasi: introduzione (o apparizione); sviluppo; maturità e declino. Ogni fase ha delle caratteristiche definite (Barbiroli, 1998) e il profilo di tale sviluppo è rappresentabile con una *curva ad S*. (Grant, 2006). Se consideriamo che i prodotti appartengono a settori, che li producono, si determina un equivalente al ciclo di vita del prodotto dal lato dell'offerta: *il ciclo di vita del settore* (*fig.1*) che, probabilmente, a causa della gamma dei prodotti che lo costituisce ha una durata superiore ma la cui *evoluzione* è legata alla domanda, *alla produzione* e all'innovazione.



(fig.1 Ciclo di vita del Settore)

Se soffermiamo la nostra attenzione sull'innovazione (*fig.2*), riteniamo che l'evoluzione della *curva ad S* del settore converge o attorno ad un *modello dominante*, che definisce: **f**orma, **f**unzionalità, **f**abbricazione (produzione) (*3f*), o in un *modello di business*, che pur presentando alcune delle caratteristiche delle 3**f**, si qualifica come modello dominante.
Tra i modelli dominanti possiamo ricordare il PC, lanciato da IMB nel 1981, che ha definito gli *standard tecnici* e la nascita del dominio nel settore del binomio Window-Intel "Wintel"; la confezione di cartone, lanciata da Tetrapack nel 1953, che ha definito standard tecnici e il monopolio nel settore dei prodotti di imballaggio alimentare; McDonald's; ecc. Tra i modelli di business ricorderemo ITunes, lanciato da Apple nel 2000, che ha definito uno standard *de-facto* nell'acquisto on-line; Facebook; ecc.



(fig.2 Innovazione di prodotto e di processo)

Il modello dominante determina l'evoluzione del settore poiché è la svolta nella conoscenza relativa ad un'*innovazione radicale* di settore che si diffonde come *innovazione incrementale* nella gamma dei prodotti e nei relativi processi di produzione che, legati all'orientamento strategico ambientale (Passivo - P, Adattivo - A, Reattivo - R, o Proattivo - PRO), vedrà allocata l'impresa in un punto della *green zone (fig.2)* in base alle scelte di investimento effettuate con la valutazione del successo reddituale nella gestione della variabile ambientale e alla propensione al rischio dei manager.

	Basic *n=18*	**Construction and real estate** *n= 18*	**Retail and whole sale** *n= 16*	**Service** *n= 13*	**Engineering** *n =28*	**IT** *n= 11*	**Chemical and Pharma** *n = 6*	**Transport and shipping** *n = 9*	**Bank and financial** *n = 3*	**Investment** *n = 6*
Payback	77,8	66,7	81,3	69,2	92,9	72,7	83,3	55,6	66.7	100,0
NPV	61,2	66.7	43,8	61,5	28,6	27,3	66.7	77,8	100,0	66.7
Expense calculation	22,3	33,3	25,0	61,5	17,9	63,6	33,3		33,3	33,3
Costing	44,6	22,2	18,8	53,8	14.3	36,4	33,3		33,3	33,3
IRR	39,0	22,2	12,5	7,7	25,0	9,1		22,2	100,0	50,0
Accounting ratio	11.2	50,0	31,3		21,4		16,7	11,1	33,3	33,3
VBM	22,2	5,6		7,7	7.1		16,7		33,3	16,7
Annum	11.2	16,7	6,3	15,4				44,4		16,7
Other	11,2	11,1	6,3		7.1			11,1		
Relative cashflow				7,7			16,7			

(tab.1 The use of capital budgeting methods sorted by industry)

Imprese che, oggi, dato l'incremento esponenziale del tasso di sviluppo di nuovi prodotti e la riduzione dei tempi dell'impresa nel pianificare le scelte di investimento intorno al modello dominante, al fine di raggiungere economie di costo e, quindi, il successo reddituale, valutano con metodi inadeguati i benefici e i

costi degli investimenti in prodotti, processi e standard, che si ripercuotono anche nelle performance ambientali (*tab.1 - The table is based on all responding top 500 companies (114) and O-listed companies (14) outside the top 500. Percentage within each group - Gert Sandahl, Stefan Sjogren, 2002*).
Tali metodologie di valutazione degli investimenti (*tab.1*) guidano le scelte dei manager nelle imprese che, evidentemente (1 Payback; 2 NPV; 3 Expense calculation), sono *cost-time orientation* e non considerano rilevanti le performance ambientali nelle scelte strategiche che comunque hanno riflessi: nei costi, con l'introduzione nelle produzioni/processi delle cleaner technologies che potrebbero produrre efficienza; nei prodotti a basso impatto ambientale, che potrebbero essere percepite di qualità; ecc.
Tale orientamento conduce ad una limitazione rilevante nell'autonomia strategica dell'impresa strettamente dipendente, attualmente, dalle pressioni indotte dall'introduzione di norme ambientali cogenti e dall'evoluzione competitiva "environmental sound" del mercato, secondo dei fattori ambientali rilevanti (environmental key factors), che potrebbero determinare un allungamento del ciclo di vita del settore e/o prodotto.

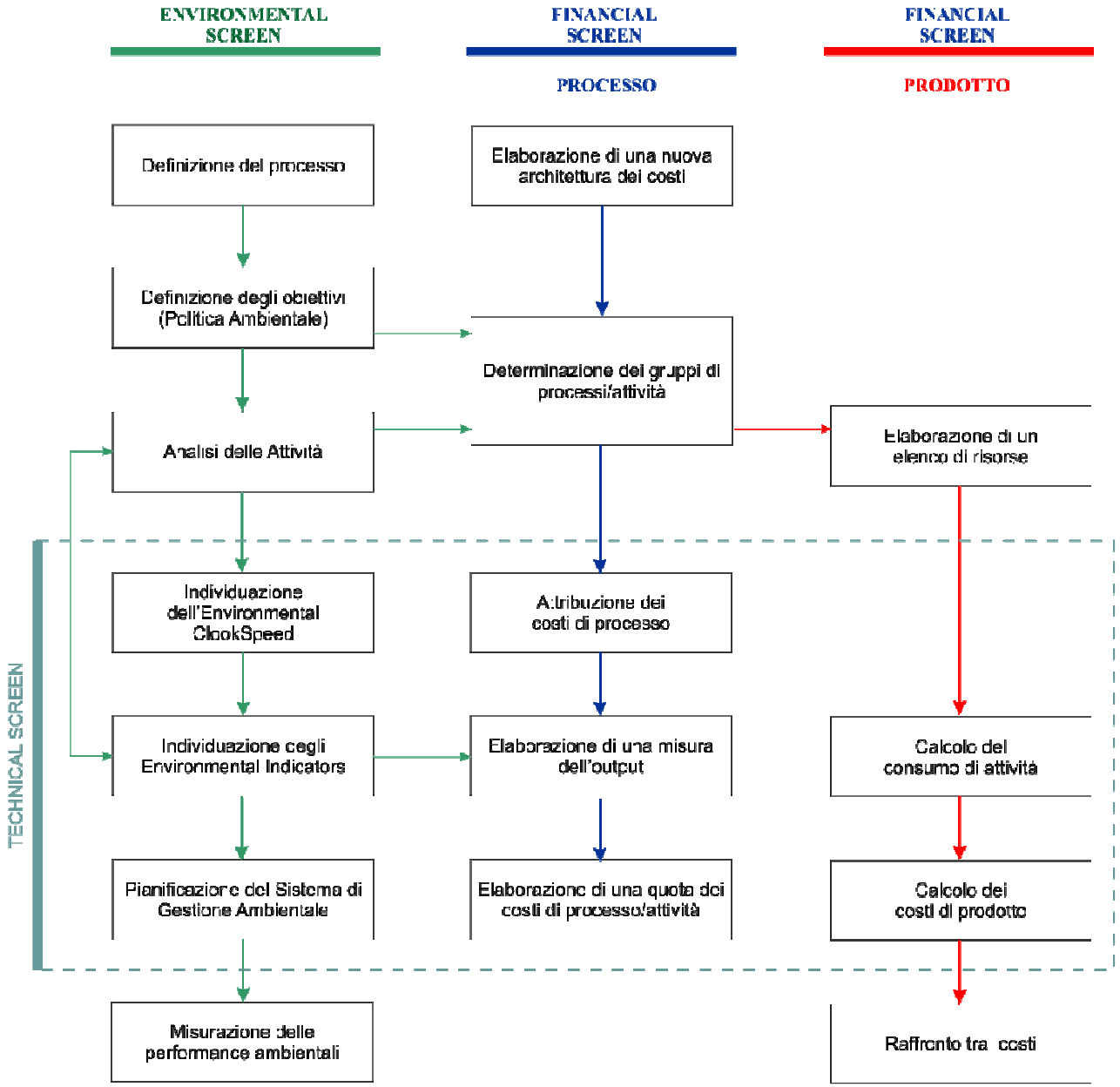
Environmental Clock-speed e valutazione degli investimenti
Le scelte di investimento determinate dall'innovazione nei prodotti, nei processi di produzione e nelle relative organizzazioni necessitano di un diverso approccio alla valutazione della variabile ambientale per evidenziare l'impatto delle diverse performance lungo la prospettiva reddituale.
Le scelte di investimento legano al fattore tempo il ciclo di vita del settore caratterizzando nell'innovazione la *propensione strategica* dell'impresa, che spazia da passiva a proattiva, nel definire il punto di partenza di un sentiero lungo la green zone (*fig.2*); riteniamo che a seguito dell'innovazione di prodotto, secondo un modello dominante, si qualifica il processo e l'organizzazione secondo "il tempo utile a conseguire obiettivi di tipo sostenibile nel sistema di gestione dell'organizzazione (o reti di organizzazioni) al fine di governare le performance delle variabili ambientali (environmental key factors) connesse all'impiego della miglior tecnologia disponibile, purché appropriata ed economicamente attuabile": l'*environmental clockspeed* (Sparacia *et all*. in Manca G., 2010). Una definizione che nasce dall'approccio di Fines (1998), il quale ha effettuato l'analisi, in un rappresentativo campione di imprese, dell'industrial clockspeed come aggregazione del tasso di obsolescenza: dei prodotti (product clockspeed); dei processi (process clockspeed) e delle organizzazione (organizational clockspeed) (*tab.2*).

Industry	Product clockSpeed	Process clockSpeed	Organizational clockSpeed	No. of Companies
Fast–Clockspeed Industry				
1.Personal Computer	< 6 months	2 - 4 years	2 - 4 years	15
2.ComputerAidedSoftEng.	6 months	2 – 4 years	2 – 4 years	27
3.Semiconductor	1 – 2 years	2 – 3 years	3 – 10 years	24
4.Movie Industry	< 3 months	< 1 year	2 – 4 year	7
5.Atletic footwear	< 1 year	5 - 15 years	5 - 15 years	11
6.Toy and Games	< 1 year	5 - 15 years	5 - 15 years	12
Slow – Clockspeed Industry				
1.Aircraft	10-20 years	5 – 30 years	20 – 30 years	13
2.Steel	20 - 40 years	10 – 20 years	50 – 100 years	11
3.Shipbuildings	25 – 35 years	5- 30 years	10 - 30 years	4
4.Petrochimical	10 – 20 years	20 – 40 years	20 – 40 years	31
5.Paper	10 – 20 years	20 – 40 years	20 – 40 years	3
6.Diamond mining	> 100 years	20 – 30 years	50 – 100 years	15

(tab. 2 Classificazione delle industrie ad alta e bassa velocità di cambiamento, Fines, 1998)

All'individuazione dell'Environmental Clock-speed si accompagna, nel miglioramento della valutazione delle scelte di investimento del capitale (tab.3), un'analisi multidimensionale (*Financial Screen; Environmental Screen; Technical Screen*) al fine di comprendere l'impatto di una scelta "environmental sound" sulle performance finanziarie ed economiche dell'impresa, nonché sulle performance ambientali.
Le scelte di investimento secondo una strategia ambientale proattiva valutano i *costi per la prevenzione ambientale*, che si trasformano in costi di rincorsa (*costi di rincorsa* = costi per la verifica ambientale del danno + costi per la responsabilità interna ed esterna) qualora non stimano esclusivamente il rischio del

mutamento delle norme ambientali, della tecnologia e dei costi che raggiunge, nel tempo, la medesima tecnologia; in quest'ultima più è elevata la standardizzazione minore è il margine di governo della strategia ambientale nel tempo lungo la *green zone* (*fig.2*, mostra una assottigliamento dell'area), limitando il *valore* delle scelte innovative che debbono essere armonizzare nei processi e assimilate dalle organizzazioni (apprendimento).



(*tab.3 Approccio alla valutazione delle scelte di investimento*)

L'analisi della scelta di investimento proposta si basa su un framework utile a valutare come le diverse opzioni possano modificare e/o ridefinire i processi e le diverse attività dell'organizzazione, quindi il primo screen è un analisi tecnica - *Technical Screen* - finalizzata ad individuare l'environmental clockspeed (tempo), gli indicatori ambientali (che rappresentano dei key performance indicators, ossia dei fattori chiave ambientali in base alla strategia ambientale adottata – *fig.2* – che può oscillare da una compliance normativa ad un'elaborazione proattiva degli indicatori di riferimento), e il sistema di gestione ambientale dell'impresa, un sistema strutturato e operativo che regola le sue prestazioni in base a condizionamenti ambientali esterni (Caropreso et all., 2006). I fattori individuati hanno riflessi sulle *performance ambientali complessivamente raggiunte* e sulla *elaborazione di una misura dell'output*, che incide nell'elaborazione della quota dei costi ambientali (*tab.3*) attribuita ai processo/attività considerati secondo il metodo *dell'Activity Based Costing* (A.B.C.).

Il metodo A.B.C. per il calcolo del costo di prodotto è fondato sull'aggregazione, in via preliminare, dei costi ambientali nei gruppi di processi/attività svolte dalle diverse aree funzionali. I costi ambientali aggregati (environmental activity pool) vengono imputati ai prodotti in base ad opportuni fattori (environmental activity drivers), definiti dagli Environmetal Indicator nella Strategia Ambientale (*fig.2*) che fissa le variabili ambientali rilevanti (environmental key factors) nella politica ambientale, determinando il livello di costo ambientale delle singole attività (environmental cost driver) consumate da ciascun prodotto o famiglia di prodotti.
Gli environmental activity drivers sono strettamente legati alla complessità organizzativa (Amigoni, 1995), devono essere scelti in modo da evidenziare le ragioni della fluttuazione dei costi ambientali compresi nell'aggregato di riferimento, sono orientati al prodotto non ai processi dell'organizzazione e, nel contempo, traducono operativamente la politica ambientale e le relative analisi delle attività che hanno portato alla definizione e ai contenuti dell'*Environmental Screen: il fondamento della determinazione dei gruppi di processi/attività su cui elaborare, secondo l'approccio tracciato, una nuova architettura dei costi* legata alla valutazione della scelta di investimento (tab.3).
Una valutazione che necessariamente si fonda anche su un metodo mirato ad identificare e misurare *i benefici e i costi ambientali* dell'innovazione introdotta nei prodotti, nei processi e nell'organizzazione. Tra i metodi ricordiamo la *life-cycle costing* e la *monetizzazione dei danni ambientali*, che misurano in termini monetari il danno ambientale secondo la disponibilità a pagare (DAP), per evitare un danno ambientale, e la disponibilità ad accettare una compensazione (DAC), per un danno ambientale subito. Nella monetizzazione dei danni ambientali, le tecniche di valutazione sono: il prezzo di mercato; i prezzi edonistici e i costi di viaggio, che monetizzano il valore dell'ambiente per il quale non vi è un mercato di riferimento facendo ricorso a un mercato surrogato; la valutazione contingente (CV), che deriva il valore del bene ambientale attraverso un'intervista (Freeman A.M. III, 1993).
Ognuno dei metodi citati non comporta una valutazione esaustiva del *costo della prevenzione* o dei *costi di rincorsa* del danno ambientale è, pertanto, auspicabile una combinazione dei diversi metodi al fine di dotare l'impresa di un adeguato range di valori per stimare l'impatto ambientale nelle diverse attività identificate (*tab.3*) relative alla valutazione della scelta di investimento.
Nell'ultima fase del framework riguardante la valutazione finanziaria del prodotto/processo – *Financial Screen* – è necessario considerare anche il fattore di rischio nell'attribuzione di *una quota dei costi di processo/attività*, ossia una situazione ambientale nella quale è nota la distribuzione di probabilità relativa alle modifiche delle norme ambientali, al cambiamento della tecnologia e dei suoi costi negli scenari futuri.
Le diverse opzioni negli scenari futuri determinano una valutazione dei costi e l'attribuzione delle relative quote nei processi/attività che ha riverbero sulle scelte di investimento del decision-maker poiché cagiona aggiustamenti nella valutazione dei costi/benefici ambientali e negli eventuali tassi di attualizzazione adottati a supporto del metodo A.B.C. (*tab.3*). a nostro avviso, sarebbe auspicabile applicare anche la Monte Carlo analysis (@RISK Software) che può assegnare la probabile distribuzione del costo ambientale relativo al cambiamento della normativa ambientale, e/o la probabile distribuzione dei possibili costi della tecnologia, calcolando con il modello la migliore opzione di costo nella scelta dell'investimento.
I risultati conseguiti possono essere rappresentati in un "mappa delle opzioni", che rappresenta la misurazione delle performance ambientali e il raffronto tra i costi (*tab.3*) di ogni singola scelta di investimento.

Conclusioni

L'approccio illustrato nella valutazione della scelta di investimento permette di fornire una migliore analisi dei costi evidenziandone la dinamica nel ciclo di vita del settore/prodotto e la correlata efficienza/efficacia nei processi che, con l'applicazione del metodo dell'*activity based costing*, permette di stabilire il rapporto esistente tra i costi ambientali e le attività svolte nella gestione ambientale. Questo approccio non soltanto permette la valutazione delle scelte di investimento, supportate da opportune misurazioni, ma anche la gestione totale dei costi nei prodotti al fine di acquisire e mantenere nel ciclo di vita del settore un adeguato vantaggio competitivo dettato dall'orientamento strategico ambientale intrapreso dal management.

Bibliografia

Amigoni F., "Misurazioni d'azienda", Giuffrè Editore, Milano, 1995
Azzone G., "Innovare il sistema di controllo d gestione", Etas, Milano, 2001
Barbiroli B., "Strategie di produzione e dinamica tecnologica", Bulzoni Ed., Roma, 64-69, 1998
Bhimani A., Caglio A., Ditillo A., Morelli M., "Performance Management", Egea, Milano, 2010.

Caropreso G, Catto E.G., Pernigotti D., “La nuova uni En Iso 14001”, IlSole24Ore, Milano, 2-21, 2006
Chase R.B., Jacobs F.R., Aquilano N.J., Grando A., Sianesi A., “Operations management nella produzione e nei servizi”, McGraw-Hill, Milano, 2004
Epstein M.J., “Measuring Corporate Environmental Performance”, McGraw-Hill, USA, 1996
Fine, C. (1998). “Clockspeed: winning industry control in the age to temporary advantage”, Perseus Book Group, New York, 1988
Freeman A.M. III, “The measurement of environmental and resource values: theory and methods”, Resources for the Future, RFF Press Book, Washington (D.C.), 1993
Grant R.M., “L’analisi strategica per le decisioni aziendali”, Il Mulino, Bologna, 2006
Manca G., Franco M. A., Tola A., “I sistemi di gestione ambientale per lo sviluppo ecosostenibile del territorio”, Arkadia Editore, Cagliari, 207-213, 2010
Mio C., “Il budget ambientale”, Egea, Milano, 2002
Porter M.E., “Il vantaggio competitivo”, Einaudi, Torino, 2004
Sandahl G., Sjogren S., “Capital budgeting methods among Sweden’s largest groups of companies. The state of the art and a comparison with earlier studies”, International Journal Production Economics 84, 51–69, 2003
@RISK, RISK performs risk analysis - Monte Carlo simulation www.palisade.com

Summary

IMPROVEMENT IN ENVIRONMENTAL CAPITAL INVESTMENT MADE THROUGH ENVIRONMENTAL IMPACTS AND ENVIRONMENTAL CLOCK SPEED APPLY PRODUCT LIFE CYCLE.

The scope of work is to illustrate a framework for capital investment decision to improve analysis of the relationship between environmental costs and activities in environmental management. The method shows the dynamics of environmental strategy in the life cycle of the sector / product and the related efficiency / effectiveness in the processes with the implementation of Activity Based Costing.

IL DANUBIO: UNA VIA IDROGEOGRAFICA A RISCHIO CONTINUO

MARIA VALLETRISCO, FEDERICA DE MARCO, GIANCARLO PALUMBO
Dipartimento APESLPT, sezione di Scienze Merceologiche, Università Federico II,
via Cinthia 26, 80126 Napoli
e-mail: valletri@unina.it

Riassunto
Il Danubio è stato interessato da uno dei più gravi disastri ambientali ed ecologici degli ultimi anni. Nell'ottobre del 2010, infatti, nella parte occidentale dell' Ungheria una parete di una vasca di decantazione di fanghi, di una fabbrica di alluminio, ha ceduto improvvisamente rilasciando una enorme quantità di materiale tossico. I principali danni causati dall'incidente sono dovuti al pH elevato del fango e consistono in forti ustioni chimiche ad esseri umani e animali e nella scomparsa di forme di vita nei fiumi e nei terreni contaminati.
L'incidente potrebbe essere considerato, inoltre, un disastro radiologico occulto in quanto i fanghi rossi contengono un discreto contenuto di Uranio-238 e ciò rappresenta un ulteriore rischio, essendo ben nota la natura cumulativa dei danni da radiazioni ionizzanti.

L'incidente della fabbrica di alluminio sita nei pressi della città di Ajka nell'Ungheria occidentale, è un gravissimo incidente industriale che si è verificato nella parte occidentale dell' Ungheria il 4 ottobre 2010. Alle 12:25 del 04 ottobre 2010, l'angolo nord-occidentale di un enorme bacino di decantazione di fanghi di una fabbrica di alluminio della compagnia MAL (*Magyar Alumínium Termelő és Kereskedelmi Zrt.*), cede di schianto liberando una massa imponente di acqua e fanghi rossi di quasi 1.000.000 di metri cubi che si riversa nella campagne circostanti, creando una vera e propria catastrofe ambientale *(fig. 1)*(Day M. 2010)(Associated Press, 2010). L'enorme massa di acqua gonfia il piccolo fiume Torna, che scorre vicinissimo al bacino, facendolo entrare in piena; a brevissima distanza il villaggio di Kolontár viene subito investito da una vera e propria alluvione che sommerge rapidamente il centro abitato, con punte anche di oltre due metri di altezza, cogliendo letteralmente di sorpresa gli abitanti e devastando le abitazioni. Alla fine la zona coinvolta dall'evento alluvionale sarà di circa 40 chilometri quadrati.

Fig. 1- Impressionante veduta aerea del grande bacino di decantazione di Ajka; a sinistra nella foto è ben visibile la grossa breccia sugli argini che ha causato la devastante alluvione di fanghi rossi che ha investito le zone circostanti –

Si teme subito il disastro ambientale: i fanghi rossi fuoriusciti percorrono i corsi d'acqua Marcal, Rába, Torna e in 3 giorni raggiungono il Danubio il 7 ottobre 2010. Il fiume Marcal ne esce devastato: ogni forma di vita animale o vegetale lungo il suo corso sino alla foce viene praticamente azzerata dall'elevata alcalinità dei fanghi rossi.
Nel frattempo, visto che sul bacino di decantazione di Ajka un altro ampio tratto di muro di contenimento appare assai fratturato e indebolito, mostrandosi quasi in procinto di crollare del tutto, con il rischio di far rilasciare ulteriori 500.000 metri cubi di fanghi rossi, per sicurezza, un ampio argine di terra viene costruito tra il bacino e il centro di Kolontár, nell'eventualità che una seconda ondata di fango possa investire di nuovo il paese.

Cause del disastro ed origine e natura chimica del fango
Come sia stato possibile che la parete di contenimento del serbatoio abbia ceduto, non è stato subito chiaro; inizialmente si è pensato che l'estate molto piovosa appena trascorsa in Ungheria, come nel resto del centro Europa, possa aver indebolito le alte sponde del bacino, che già per sua stessa natura sorge parecchi metri sopra il piano della campagna. La società MAL parrebbe comunque aver dichiarato che l'ultima ispezione del bacino, avvenuta solo poche settimane prima, non aveva mostrato nessuna problematica particolare riguardo alla tenuta degli argini (BBC News, 5 October 2010). E ciò nonostante il WWF avesse già individuato, tre mesi prima dell'evento, attraverso un rilevamento aereo, l'enormità del deposito e segnali di perdita del materiale contenuto (*fig. 2*).

Fig. 2 – Rilevamento aereo effettuato da Interspect Ltd. riportato dal sito del WWF.

Il fango rosso coinvolto nell'incidente è il principale prodotto di scarto del processo Bayer di separazione dell'allumina dalla bauxite, una roccia sedimentaria che costituisce la principale fonte per la produzione dell'alluminio. La sua composizione è caratterizzata dalla presenza di diverse specie chimiche tra cui prevalgono gli ossidi e gli idrossidi di alluminio e di ferro. La quantità di idrossido di alluminio varia, a seconda della storia geochimica, nei differenti giacimenti, tra il 30 e il 75%. In genere un deposito bauxitico in natura si presenta sotto forma di aggregato di consistenza litica nel quale si trovano sparsi dei noduli di forma tondeggiante (pisoliti), il colore della bauxite è in genere rosso cupo con irregolari macchie biancastre; il caratteristico colore è dovuto all' ossido idrato di ferro (III) (ferridrite), che è il componente principale. A grandi linee il processo coinvolge la digestione di bauxite frantumata in una soluzione di idrossido di sodio concentrata, a temperature fino a 270 ◦C. In queste condizioni la maggior parte dell'alluminio è dissolta,

lasciando un residuo insolubile, che appunto si chiama *fango rosso* e che viene rimosso per decantazione/filtrazione.
Il fango contiene principalmente composti diversi dall'alluminio - più l'allumina non estratta per motivi di convenienza economica - presenti nella bauxite come residui, nonché l'eccesso di idrossido di sodio utilizzato per sciogliere l'ossido di alluminio in forma di meta alluminato (Greenwood, Norman N., Earnshaw, A. 1984). Il fango, che è altamente alcalino appena viene prodotto, è immagazzinato in grande vasche di decantazione coperte; nella fattispecie, nel circuito impiantistico di Ajkai Timföldgyár, esse sono state progettate per stoccare circa 30 milioni di tonnellate di fanghi rossi. Secondo un comunicato stampa della Società MAL, il fango possiede la seguente composizione percentuale dei principali composti chimici *calcolati* come ossidi, e riportatati nella *tabella 1*(MAL 2010):

Elementi espressi come ossidi	**Percentuale**	**Note**
Fe_2O_3 (ossido di ferro (III)	40–45 %	responsabile del colore rosso del fango
Al_2O_3 (ossido di alluminio)	10–15 %	ossido di alluminio non estratto
SiO_2 (biossido di silicio)	10–15 %	presente in forma di sodio e/o calcio alluminosilicati
CaO (ossido di calcio)	6–10 %	vedi sopra nonché come carbonati
TiO_2 (biossido di titanio)	4–5 %	impurezza costituzionale presente nella bauxite
Na_2O (ossido di sodio)	5–6 %	è presente combinato (v.SiO_2) e come controione dell'idrossido di sodio usato nell'estrazione dell'alluminio;e'responsabile del pH alcalino elevato e delle ustioni chimiche causate.

Tab. 1- Composizione percentuale dei principali composti chimici dei fanghi rossi di Ajka

Effetti prevedibili sull'ambiente e sulle persone
A differenza di altri scarti di lavorazione dell'industria mineraria, i fanghi rossi non contengono livelli molto elevati di metalli pesanti, nonostante essi siano circa sette volte i livelli normali presenti nel suolo (Government of Hungary, 2010). Le analisi del fango riportate sul giornale *The Independent* hanno mostrato livelli di cromo dell'ordine di 660 mg / kg , per l'arsenico di 110 mg / kg ed un tenore di mercurio di 1,2 mg/kg (The Independent, 2010).
Nonostante tutto il governo ungherese ha dichiarato che il fango non è "velenoso" (Government of Hungary, 2010) e l'Accademia Ungherese delle Scienze che le concentrazioni di metalli pesanti riscontrabili nei fanghi da bauxite non sono "pericolose" per l'ambiente. Anche la Società Magyar Alluminio (MAL) ha sostenuto che il fango non contiene elementi tossici in base agli standards dell'Unione Europea (BBC News, 5 October 2010). Queste opinioni, che tendono a ridimensionare la portata ambientale dell'incidente ed a tranquillizzare l'opinione pubblica, sono state sostenute anche in un articolo sulla rivista *Science* (Enserink, M. 2010). I principali danni causati dall'incidente sono dovuti al pH elevato del fango e consistono in forti ustioni chimiche agli animali ed agli esseri umani e nella scomparsa di forme di vita nei fiumi e nei terreni contaminati. Tuttavia, dopo la dissipazione degli effetti acuti per diluizione e per la progressiva carbonatazione dell'idrossido di sodio da parte della CO_2 dell'aria, la tossicità cronica di tracce di metalli pesanti dovrebbe essere limitata dalla loro scarsa solubilità –almeno in ordinarie condizioni geochimiche. Il fango, per la semplice natura del processo Bayer, non è assai probabilmente piu' pericoloso di quanto non sia la roccia di estrazione cioè la bauxite; però questa ottimistica previsione potrebbe forse non essere del tutto verificata, data la dimensione dell'area colpita. Anche lo stesso ferro (III) in forma di ossido idrato, che viene considerato un composto non pericoloso, può essere mobilizzato e raggiungere concentrazioni ioniche tali da rendere il suolo, ad esempio, inadatto alla coltivazione. Infatti, anche concentrazioni relativamente

basse assumono un significato ed un potere vulnerante nei confronti dell'ambiente, assai più importante di quello prevedibile per piccole dispersioni.

Un aspetto insidioso del fango rosso: la radioattività

L'incidente potrebbe essere considerato, per le sue dimensioni, un *hidden radiological accident*, cioè un disastro radiologico occulto. Già all'inizio degli anni 80 i fanghi da bauxite della Compagnia ALCOA vennero proposti in Australia, a scopo di smaltimento razionale, quali materie prime per la fabbricazione di mattoni. Tuttavia, avendo accertato il Dipartimento della Salute Australiano che i fanghi rossi avevano un discreto contenuto di Uranio-238 (e quindi di Radio-226 e Torio- 232, oltre che di Potassio-40), la produzione e l'uso di questo tipo di mattoni fu sospeso, in quanto essi esponevano le persone ad un inaccettabile tasso di radioattività. Un interessante articolo pubblicato da studiosi di Istituzioni Universitarie Ungheresi nel 2008 – quindi prima dell'incidente - sul Journal of Hazardous Materials ha fatto un po' di chiarezza sul rischio implicito nell'uso dei fanghi rossi e quindi esso è utile per valutare l'impatto ambientale dovuto alla dispersione su vasta scala di grandi quantità di *red mud* (Somlai et al, 2008).

Occorre innanzitutto precisare che tutte le rocce ed i minerali presenti in natura contengono materiale radioattivo di origine terrestre (Naturally Occurring Radioactive Materials, ossia NORM). Le tabelle che qui si riportano danno un'idea dei livelli di radioattività per vari materiali; nelle case in cui i materiali con elevato NORM o TENORM (Technologically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Materials) sono utilizzati nei materiali da costruzione o presenti come additivi, può essere misurato un tasso di dose assorbita molto superiore alla media mondiale (84 Bq /anno) rispetto a quella esterna (59 Bq /anno). Gli effetti radiobiologici ed epidemiologici delle radiazioni ionizzanti, in particolare nelle zone con elevati NORM (ad esempio le abitazioni in tufo campano) stanno richiamando una notevole attenzione nel campo della protezione dalle radiazioni, tanto che la Commisione Europea per la Radioprotezione da radionuclidi nei materiali da costruzione ha proposto dei valori limite nell'impiego di fanghi rossi da bauxite, fosfogessi etc, (Official Publications of the European Communities, 1999).

Sample	Number of sample	Activity concentration (Bq kg $^{-1}$)		
		^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K
Hungarian samples				
Bauxite	46	419 (132-791)	256 (118-472)	47 (10-82)
Red mud	58	347 (225-568)	283 (219-392)	48 (4.9-101)
Clay	7	39 (31.8-52.5)	59 (40.6-75.3)	688 (518-843)
International data				
Bauxite		400	400	
Red mud		122-335	341-496	
Gypsum (world average)		10	10	80
Clay (world average)		50	50	670
Lime (world average)		50	50	500
Fly ash (Hungarian average)		760	117	441

Tab. 2- Valori medi ungheresi e internazionali della concentrazione di ^{226}Ra, ^{232}Th e ^{40}K in bauxite, fanghi rossi argilla e gesso.

Si può notare nella tabella 2 (Somlai et al, 2008) che l'attività specifica è, nei fanghi rossi, mediamente un po' inferiore a quella nella bauxite ma sempre più alta rispetto ad altri materiali da costruzione. Se si pensa che tra il 1940 e il 1990, è stata eseguita in Ungheria l'estrazione intensiva della bauxite e la produzione dell'alluminio, si stima che in totale oltre 40 Mt di queste scorie rimangono nel Paese, di cui la maggior parte è stoccata nelle zone vicine. Durante la lavorazione di 1 tonnellata di bauxite, viene generata una quantità di fango rosso approssimativamente uguale o superiore ad esso (1-1,5 t); come sostanza secca, il fango rosso contiene tipicamente 18-25% Al_2O_3, 15-20% SiO_2, 30-40% Fe_2O_3, 8-12% Na_2O , e 2-7% TiO_2 ma, a

seconda dell'origine, alcuni costituenti possono essere presenti in quantità diverse. Secondo Akashi and Shiao, Journal of Japan Institute of Light Metals, Vol. 26, No. 3, (1976), il peso specifico relativo all'acqua del fango rosso è 2.9 (kg/dm^3) con una dimensione media delle particelle di 10-30 μm. Ammettendo un tale peso specifico, e dal raffronto con i valori di attività specifica nel fango rosso riportati nella tabella 2, (i valori per le attività specifiche di Ra^{226} ,Th^{232} e K^{40} sono rispettivamente 347, 283 e 48 Bq kg^{-1} , quindi con un valore cumulativo di 678 Bq kg^{-1}), il valore globale per il fango rosso accumulato in Ungheria, a partire dagli anni 40 e fino al 1990, è dell'ordine dei 30 TBq (terabecquerel) anche se disperso su una superficie ampia. A quanto esposto occorre aggiungere il valore stimato di un milione di m^3 di fango rosso provenienti dall'incidente qui commentato. Se si considera che, tenendo conto della diversa attività degli isotopi radioattivi, l'indice di attività I (*) vale, nel fango rosso circa 2,59, mentre, in mattoni fabbricati con il 5% di esso e usato come inerte, vale 0,75, ci si rende conto che la dispersione nell'ambiente di tali quantità non potrà non avere conseguenze di un certo rilievo, almeno se rapportate alla numerosità della popolazione esposta ed alla vastità della superficie coinvolta. Certo è relativamente poca cosa rispetto al milione circa di Terabecquerel di Iodio 131 – equivalente liberati nell'ambiente nel recentissimo incidente nucleare di Fukushima. La contaminazione in quest' ultimo caso è assai più grave per la potenziale presenza di prodotti di fissione come Cesio 137 e Plutonio 239 e 241, tuttavia la dispersione del fango rosso rappresenta un rischio aggiuntivo rispetto alla situazione preesistente essendo ben nota la natura cumulativa dei danni da radiazioni ionizzanti.

(*) ($I = C_{Ra}/ 300$ Bq $kg^{-1} + C_{Th}/ 200$ Bq $kg^{-1} + C_K/ 3000$ Bq kg^{-1})

Bilancio dei danni e principio di precauzione disatteso

Le perdite umane ed i danni alle persone sono stati, nell'immediato e relativamente alle dimensioni del disastro, di modesta entità e dovute all'azione meccanica dell'ondata di fango ovvero ad ustioni chimiche; così come i danni chimici all'ambiente ed alle cose sono riferibili, sempre, al pH elevato (circa 13 come da misurazioni iniziali effettuate da parte del NDGDM Direzione Generale Ungherese per la Gestione dei Disastri).

I prodotti chimici hanno subito estinto ogni forma di vita nel fiume Marcal, e raggiunto il Danubio, il 7 ottobre, spingendo i paesi situati più in basso del fiume (Slovacchia, Croazia, Serbia, Romania, Bulgaria, Ucraina) a sviluppare piani di emergenza.

L' 11 ottobre, il governo ungherese ha annunciato che l'amministratore delegato di MAL era stato arrestato, per essere accusato di " catastrofe pubblica causata da negligenza criminale"; sempre il giorno 11, il governo ha preso il controllo di MAL, con la nomina di un commissario incaricato di gestire l'azienda.

In base ad un principio, oramai di diritto internazionale, il principio di precauzione (M.Valletrisco, I. M. De Clemente 2006) (F. de Marco 2006), le autorità responsabili, qualora si prospetti un rischio, anche ipotetico, dovuto a tecnologie, azioni umane e prodotti, di cui non si conoscano le conseguenze, hanno uno strumento importante per intervenire e cercare di assicurare un elevato livello di tutela ambientale e sanitaria.

Tale principio, che prevede cautela ed intende fornire indicazioni circa le decisioni da prendere quando manca una conoscenza certa degli effetti e dei danni di una determinata attività, è stato senz'altro uno dei più importanti obiettivi comunitari.

Grazie ad un sistema giuridico europeo e all'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili, la precauzione è ritenuta un principio distinto e più esigente della prevenzione stessa, anche perché essa ha conseguito ormai, a livello comunitario, un notevole e progressivo consolidamento.

Negli ultimi tempi il problema sta diventando sempre più pressante soprattutto a causa dell'allargamento a Est dell'Unione Europea, in quanto i Paesi in via di adesione sono meno industrializzati degli attuali paesi membri ed in ritardo con l' adeguamento alle procedure di sicurezza. Nel caso specifico del disastro analizzato è evidente anche la sottovalutazione del rischio, nonostante alcune ricognizioni aeree avessero già mostrato preoccupanti segnali di cedimento in alcuni punti delle pareti della vasca di contenimento/decantazione. Inoltre le condizioni meteorologiche (eccezionale piovosità) hanno rappresentato un ulteriore fattore di aggravamento che, unitamente alla inefficienza nella sorveglianza del sito, da parte della società MAL , sono state determinanti nel verificarsi dell'evento.

Bibliografia
- Day M., “Hungary threatened by 'ecological catastrophe' as toxic sludge escapes factory”, Telegraph (UK), 5 October 2010
- Red sludge floods towns in Hungary, Associated Press, 4 October 2010
- Deadly sludge escape kills three in western Hungary, BBC News, 5 October 2010
- Greenwood, Norman N., Earnshaw A. “Chemistry of the Elements”, Oxford Pergamon, p. 245, ISBN 0-08-022057-6, "Typical compositions for industrially used bauxites are Al_2O_3 40–60%, combined H_2O 12–30%, SiO_2 free and combined 1–15%, Fe_2O_3 7–30%, TiO_2 3–4%, F, P_2O_5, V_2O_5, etc., 0.05–0.2%" (1984)
- “Announcement of MAL Hungarian Aluminium" MAL retrieved, 7 October 2010
- “Redsludge and detoxification”, Government of Hungary, retrieved 9 October 2010
- "Danube ‘neutralising toxic sludge'", *The Independent*, 8 October 2010
- Enserink M. "After red mud flood, scientists try to halt wave of fear and rumors", *Science* 330 (6003), p 432–433, 2010
- Somlai et al., Journal of Hazardous Materials, 150, pp. 541-545, 2008
- EC, Office European Commission “Report on Radiological Protection Principles concerning the natural radioactivity of building materials”, Radiation Protection 112, Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 1999
- M. Valletrisco, I. M. De Clemente, “Il principio di precauzione e la sua implementazione nelle problematiche ambientali”, Atti del XXII Congresso Nazionale di Merceologia, Roma, marzo 2006
- de Marco F., “La valutazione del rischio ed il principio di precauzione”, Atti del XXII Congresso Nazionale di Merceologia, Roma, marzo 2006

Summary
THE DANUBE: A RIVER UNDER CONTINUOUS RISK

Last year the Danube was interested in one of the most serious environmental and ecological disasters. In October 2010, in fact, in the western part of Hungary a wall of a settling tank sludge, in an aluminum factory, succumbed suddenly releasing a huge amount of toxic material. The main damage is due to the high pH of the sludge and consists of severe chemical burns to humans and animals and the disappearance of life forms in rivers and contaminated land.
The incident could be considered also an hidden radiological disaster in fact the red mud contains a moderate content of uranium-238 and this represents an additional risk being well aware of the cumulative nature of damage arising from ionizing radiation.

UNA PROPOSTA PER LA COSTRUZIONE DI UN INDICE MULTIDISCIPLINARE PER LA VALORIZZAZIONE DEI PRODOTTI AGROALIMENTARI: IL PROGETTO POLIEDRO E LA PARTE AMBIENTALE

ENRICA VESCE, MARIA BEATRICE PAIROTTI
Dipartimento di Scienze Merceologiche, Università degli Studi di Torino
Corso Unione Sovietica 218 bis, 10134, Torino
e-mail: vesce@econ.unito.it

Riassunto
Il progetto "Pollenzo Index Environmental and Economics Design", con proponente l'Università di Scienze Gastronomiche (UNISG) di Pollenzo, ha come scopo la realizzazione di un indice multidisciplinare per creare un loop virtuoso sul territorio, partendo dalla "sostenibilità" intesa in senso ampio, dei prodotti agroalimentari.
L'idea è quella di aggregare una serie di professionalità che approfondiscano sia le tradizioni culinarie di una determinata zona sulla quale il progetto stesso verrà testato, sia gli aspetti sociologici che indagano il consumatore come ultimo attore della filiera, sia quelli strettamente ambientali del prodotto e dell'imballaggio che lo deve contenere, per giungere a quelli economici di convenienza dell'intero processo di marchiatura. Il risultato finale è un indicatore di "sostenibilità", dalle molte sfaccettature, pensato per i prodotti agroalimentari e che, partendo da questi ed attraverso alcuni meccanismi che il progetto stesso si prefigge di mettere in luce, giunga a trainare l'intero territorio, al quale i prodotti sono ancorati, verso una maggiore attenzione complessiva per la variabile ambientale in senso ampio.

L'indice di Pollenzo attraverso il Progetto "Poliedro"

L'obiettivo scientifico del progetto è quello di creare un indice multicriterio per i prodotti agroalimentari che riunisca aspetti di sostenibilità da molteplici punti di vista (Van der Werf H.M.G., Petit J., 2002 e Halberg N. et al., 2005), secondo le richieste del mercato attuale.
L'acronimo **POLIEDRO**, aldilà dell'accezione ufficiale **(POL Pollenzo, I Index, E Enviromental and Economics Design**) che gli è stata attribuita, ha proprio il significato di una figura costituita da molteplici facce, tutte che rientrano nell'indice con il medesimo peso scientifico, tutte connesse con le altre almeno per un lato in comune. L'obiettivo generale dell'indice si basa su tre osservazioni che ne hanno giustificato la nascita:

- **La difficile interpretazione dei marchi** e soprattutto il loro proliferare senza un'adeguata conoscenza degli stessi che ha creato una sorta di confusione nei consumatori e che spesso porta a non assumere decisioni di acquisto in merito (Vesce E. et al., 2008);
- **La necessità di un "ritorno al passato"**, interpretata come desiderio da parte del consumatore di riscoprire prodotti storici, legati alla cucina tradizionale di una zona, come leva per un'attrazione turistica innata del nostro territorio, ma anche come base per un ancoraggio radicale di coloro che, pur appartenendovi, esprimono sempre più il desiderio di riscoprirne tradizioni e vocazioni produttive;
- **La crescente importanza di garantire una salvaguardia delle produzioni magari anche meno conosciute**, attraverso un metodo multidisciplinare che esprima, in un marchio, il medesimo approccio dei sistemi di gestione integrati.

Gli aspetti presi in considerazione sono quelli connessi ad una sostenibilità in senso ampio (Global Reporting Initiative, 2006 e Citterio A. et al., 2009) legati ai significati di "buono, pulito e giusto" (Petrini C., 2005).

1. Il "buono" analizzato attraverso una valutazione il più possibile oggettiva del "gusto" del prodotto alimentare analizzato;
2. Il "pulito" studiato come parte relativa alla fase agronomica e/o di allevamento, alla produzione ed al packaging/commercializzazione;
3. Il "giusto" dal punto di vista dell'etico/sociale e dal punto di vista economico.

La costruzione dell'indice

Un indice (Olsthoorn X. et al., 2001) inteso, nel caso in questione come "marchio", ossia come un riferimento che deve fornire garanzie al consumatore, può appartenere indifferentemente ad una delle tre categorie dei marchi (in quel caso solo ambientali, ma trasferibili facilmente anche ad un caso multidisciplinare) proposti dalla serie delle ISO 14020.

Nel primo caso l'indice, come il marchio, è qualcosa per il quale è prevista una "norma tecnica" da seguire, dei livelli da raggiungere ed un controllo di parte terza al quale sottoporsi: è l'ipotesi della certificazione quale garanzia di possesso di predeterminate caratteristiche. Il secondo tipo è quello delle autodichiarazioni di prodotto: in campo ambientale ci si riferisce a quei marchi che il produttore appone con controlli casuali sulle caratteristiche. L'ultimo è il caso della dichiarazione di prodotto che il produttore, seguendo determinate richieste previste per ciascuna categoria, può decidere di apporre, anche in questo caso dopo verifica di parte terza.

Poliedro è nato come strumento per valorizzare le produzioni artigianali e ricche di caratteristiche particolari, che non necessariamente coltivano la volontà o la possibilità di candidarsi all'ottenimento dei grandi marchi di prodotto. In quest'ottica, attualmente, non si pensa ad uno strumento certificabile; l'ambito è pertanto quello delle autodichiarazioni o delle dichiarazioni di prodotto (per quanto in entrambi le ipotesi possano esistere delle forme di controllo più o meno approfondite e scandite).

In ogni caso, anche se si tratta di un "indice" un po' particolare, "Scopo principale di un indice è comunque quello di rappresentare in modo sintetico ed oggettivo un fenomeno complesso"(Bernetti I.). Secondo Malcevschi (1982), peraltro, un indice può essere definito tramite aggregazione matematica di un sistema di indicatori o tramite rappresentazioni sintetiche definite in termini qualitativi o quantitativi.

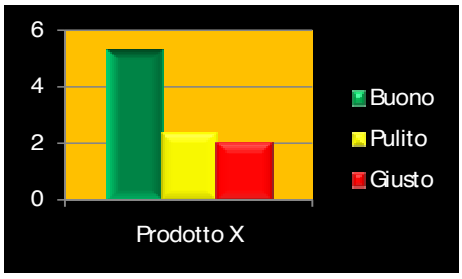
In assoluto il percorso:

- Selezione degli indicatori da analizzare
- Omogeneizzazione degli indicatori tramite funzioni di normalizzazione
- Eventuale introduzione di fattori di ponderazione
- Aggregazione dei diversi indicatori per la costruzione di un indice sintetico
- Indicazione dei criteri di interpretazione

non appare sempre applicabile. In questo caso l'indice è composto dei tre macroaspetti richiamati (ambiti indagati anche in bibliografia, si veda ad esempio Gerbens-Leenes P.W. et al., 2003), le facce del poliedro, suddivisi a loro volta in alcune sottoparti, soprattutto non connessi tra loro in modo univoco. Un prodotto agroalimentare oggettivamente "buono" può avere un ciclo produttivo poco pulito e/o poco giusto. Pertanto l'aggregazione matematica non sembra risultare, almeno a questo livello, una strada percorribile.

Recuperando la necessità di fornire uno strumento di qualificazione dotato della massima leggibilità è possibile, invece, individuare una scala qualitativa determinata dal "basso, medio e alto" rappresentata dai colori rispettivamente rosso, giallo e verde. Le modalità attraverso le quali verranno attribuiti i livelli saranno determinate dai diversi gruppi di lavoro che si occupano delle singole parti e resi pubblici in "schemi" sulla falsa riga di ciò che succede nei Product Category Rules (PCR) per le etichette di terzo tipo.

Volendo quindi rimanere all'interno delle rappresentazioni sintetiche definite in termini qualitativi è possibile pensare ad una rappresentazione grafica dell'indice data da un istogramma per ciascuna delle tre caratteristiche.



(*Fig. 1 Ipotesi di rappresentazione grafica dell'indice)*

Per giungere alla rappresentazione proposta sono necessari alcuni passaggi che verranno analizzati per la parte del pulito, ossia attraverso la definizione delle modalità per graduare l'indice a diverse complessità e la prassi per giungere ad una media condivisa dei subindici.

La parte del "pulito"

Per quanto riguarda la definizione delle modalità per graduare l'indice a diverse complessità si analizzeranno i passaggi introdotti, in realtà strettamente interconnessi, solo per la parte ambientale.

Il concetto di "pulito" ingloba tre fasi strettamente collegate ed interdipendenti: la parte agroambientale (svolta dalla Dott.ssa Paola Migliorini UNISG), la produzione/trasformazione (gruppo di ricerca progetto Poliedro – Dipartimento di Scienze Merceologiche Università di Torino) e la commercializzazione con focus particolare sul packaging (gruppo di ricerca progetto Poliedro – Dipartimento di Progettazione Architettonica e Disegno Industriale, Politecnico di Torino).

Prima di analizzare la proposta di metodologia, è necessario effettuare alcune premesse.

In primo luogo, come anticipato, l'intenzione del proponente la ricerca è quella di giungere ad un indice non sostenuto da una certificazione: si tende perciò a creare un marchio che non presupponga la verifica da parte di une ente terzo che convalidi il percorso seguito. A scopi scientifici, tuttavia, e prevedendo una successiva evoluzione dell'indice, maggiormente credibile se sostenuto da un processo di certificazione, si è ipotizzato uno schema di percorso certificativo (C) e uno non certificativo (NC).

Inoltre, a monte di tale scelta, è necessario che venga previsto l'organismo cui fa capo la gestione del marchio (definito di seguito "Comitato Tecnico"): a tale soggetto spetterà la redazione della norma tecnica cui dovrà fare riferimento l'impresa che voglia acquisire l'indice. Nel caso del percorso certificativo a questo dovrà essere affiancato un organismo di certificazione accreditato, mentre nel caso di percorso non certificativo si ipotizza che sia comunque necessario un ente che effettui controlli periodici e casuali sulle realtà che utilizzino l'indice all'interno di un processo di autodichiarazione.

In terzo luogo, è fondamentale la specifica del soggetto/oggetto in capo al quale cadrà l'attribuzione dell'indice. Se l'aspetto osservato fosse esclusivamente ambientale potrebbe scegliersi di attribuire l'indice all'impresa (attraverso la costruzione di un sistema di gestione ambientale tipo EMAS o ISO 14001) o al prodotto (sulla falsa riga dei marchi ambientali); dal momento che si tratta di un indice multidisciplinare, è vero che, da alcuni punti di vista, l'attribuzione può avvenire solo in capo all'impresa. Pertanto, nel definire i requisiti richiesti per l'attribuzione dell'indice, verrà preso in considerazione anche tale aspetto.

La necessità di graduare l'indice di Pollenzo a diverse complessità deriva dalla volontà di prevedere diversi gradi di difficoltà e completezza per la sua applicazione. La tabella che segue *(tab. 1)* comprende i livelli e le connesse richieste (suddivise per grado di complessità), nelle quali l'impresa dovrà impegnarsi per arrivare al possesso dell'indice per quanto riguarda la parte relativa alla produzione. Sarà il gruppo di lavoro a stabilire se un'azienda possa accedere direttamente ad un livello piuttosto che ad un altro in base alla sua struttura interna o a prevedere che tutte le imprese interessate all'indice partano dal livello inferiore per giungere, in un'ottica di miglioramento, a quello superiore.

Dal più alto, che potremmo definire "gold" con requisiti più complessi, alla versione intermedia "silver", a quella "bronze" e attraverso la suddivisione tra ipotesi di percorso certificativo e non, l'impresa potrà concorrere ad ottenere l'indice di Pollenzo per i propri prodotti o per il proprio sistema produttivo.

Si deve inoltre considerare che l'impresa che ottiene il livello "gold" ingloba già di per sé i livelli inferiori, così come chi ottiene il livello "silver" acquisisce anche il livello "bronze".

	CERTIFICATIVO (C)		NON CERTIFICATIVO (NC)	
	Cosa deve fare l'impresa	**Attribuzione punteggio**	**Cosa deve fare l'impresa**	**Attribuzione punteggio**
GOLD (G)	Analisi LCA e confronto con LCA medio (predisposto dal Comitato Tecnico)	Confronto tra valore medio e performance dell'azienda	Raggiungimento di una percentuale di miglioramento su 1 o più aspetti ambientali	Confronto tra percentuale di riferimento e performance dell'azienda
SILVER (S)	Calcolo consumi medi di determinati aspetti ambientali	Conteggio di quanti aspetti ambientali vengono migliorati	Applicazione di suggerimenti previsti dalle Best Available Techniques (BAT) o dei loro principi	Conteggio di quante BAT (principi alla base) vengono implementate
BRONZE (B)	Analisi Ambientale Iniziale e miglioramento di 1 aspetto ambientale	Raggiungimento della soglia di miglioramento dell'aspetto ambientale in questione in base al tempo impiegato	Analisi Ambientale Iniziale ed implementazione di miglioramenti su 1 o più aspetti ambientali	Conteggio di quanti aspetti ambientali vengono migliorati

(Tab. 1 Schema complessivo dei 3 livelli sui percorsi certificativo e non)

Nelle tabelle che seguono *(tab. 2-3)* si approfondisce il livello "gold" sia nel caso di un percorso certificativo che in quello di uno non certificativo.

	A quale livello	**CERTIFICATIVO (C)** (ente di certificazione)	**Attribuzione punteggio**	
GOLD (G)	Prodotto	**Passaggi preliminari** (comitato tecnico) 1) Analisi LCA effettuata su realtà aziendali di diverse dimensioni del settore interessato con medesima unità funzionale e confini del sistema; 2) Scelta di due aspetti ambientali, derivanti dall'analisi, ritenuti maggiormente significativi; 3) Calcolo del dato medio risultato dall'analisi LCA riferito agli aspetti ambientali scelti.		
		Passaggi per l'impresa 1) Applicazione dell'analisi LCA da parte dell'impresa che intende ottenere il marchio; 2) Confronto dei parametri relativi agli aspetti ambientali considerati (che sarà definito X) con il valore medio di riferimento definito dal Comitato Tecnico.	LCA medio < X < 10% in più LCA medio	5
			X = LCA medio	10
			X < LCA medio	15

(Tab. 2 Percorso per ottenimento del livello Gold Certificativo)

	A quale livello	NON CERTIFICATIVO (NC) (comitato scientifico)	Attribuzione punteggio	
GOLD (G)	Prodotto	**Passaggi preliminari** (comitato tecnico) LCA per estrarre aspetti ambientali significativi: 1) Scelta di 1 o 2 aspetti ambientali rilevanti per impatti provocati; 2) Definizione di indicazioni su come apportare miglioramenti.		
		Passaggi per l'impresa Perseguimento di una % di miglioramento (Y): • La 1° azienda che definisce una % di miglioramento la rende pubblica; • Dopo un predefinito tempo di sperimentazione, Y diventa la % di riferimento; • Una volta stabilita la % di miglioramento (Y), le imprese confrontano i propri miglioramenti (X) con questo risultato.	L minimo < X< Y	5
			X = Y	10
			X > Y	15

(Tab. 3 Percorso per ottenimento del livello Gold Non Certificativo)

Nella scala di complessità crescente individuata, il livello "gold" è considerato quello con difficoltà maggiore, che richiede un impegno elevato per le imprese in termini di misurazioni e dichiarazioni. In entrambe le situazioni, sia che si tratti di un percorso certificativo sia che all'acquisizione dell'indice non segua un audit e il rilascio di una certificazione, si è ipotizzata a monte un'analisi approfondita del settore e del ciclo produttivo oggetto di studio. La metodologia di analisi identificata è il Life Cycle Assessment (LCA), sia come strumento a disposizione del Comitato Tecnico per identificare gli aspetti ambientali significativi (ad esempio nell'ambito non certificativo), sia come strumento di analisi da impiegare da parte delle aziende stesse (Defra, 2006) per confrontarsi con i livelli calcolati dal Comitato Tecnico.
La valutazione, come nella natura dello strumento LCA, include l'intero ciclo di vita del processo o attività, comprendendo l'estrazione e il trattamento delle materie prime, la fabbricazione, il trasporto, la distribuzione, l'uso, il riuso, il riciclo e lo smaltimento finale (SETAC, Society of Environment Toxicology and Chemistry) (Beltramo R. et al., 2002).
Il livello "gold C" prevede che il Comitato Tecnico effettui un'analisi di Life Cycle Assessment (LCA) su realtà aziendali di diverse dimensioni per trarre, a parità di unità funzionale e confini del sistema, una sorta di "*risultato medio*" sui due aspetti ambientali ritenuti maggiormente rappresentativi del ciclo produttivo preso in considerazione.
L'impresa che ambisce ad ottenere l'indice dovrà effettuare l'analisi di LCA sul proprio ciclo produttivo e ricavare i risultati dei due aspetti ambientali indicati dal Comitato Tecnico. Il confronto con questi ultimi potrà dare un risultato maggiore, uguale o minore ai risultati medi.
Trattandosi di problematiche di inquinamento, si attribuisce maggior valore all'azienda che riesce ad inquinare meno presentando dati più bassi e dimostrando perciò di essere più virtuosa: se il risultato dell'analisi LCA sui due aspetti ambientali presi in considerazione è superiore a quelli che sono gli esiti medi espressi dal Comitato Tecnico, ma comunque entro il limite predefinito del 10%, le verrà attribuito un punteggio pari a 5 (minimo punteggio che si può ottenere); se l'impresa eguaglia il risultato medio raggiunge 10 punti e se presenta delle performance migliori e quindi dei risultati inferiori a quelli medi, può ottenere 15 punti, massima votazione raggiungibile. La scala di punteggio vuol essere indicativa, i valori numerici potrebbero essere anche variati, purché si mantenga l'ordine crescente che indica il raggiungimento di performance migliori e la riduzione degli impatti sull'ambiente.
In ambito non certificativo ed in particolare al livello "gold", il Comitato Tecnico, sulla base di alcune analisi LCA, estrapola gli aspetti ambientali più significativi: la rilevanza è determinata dal confronto degli impatti che emergono dall'analisi. Scelti 1 o 2 aspetti ambientali, sono precisate alcune indicazioni su come

migliorare le performance ambientali; tali indicazioni vengono rese disponibili a chi intende intraprendere il percorso per ottenere l'indice. Non viene pertanto richiesta l'effettuazione di un'analisi LCA all'impresa che intende implementare l'indice ma, sulla base delle indicazioni fornite, si presuppone che l'azienda inizi un percorso per migliorare gli aspetti ambientali individuati: ad esempio, se il consumo energetico viene considerato come aspetto rilevante in una determinata produzione, dovranno essere messe in atto delle misure di efficienza energetica per ridurne l'ammontare.
La misura di questo miglioramento sarà determinata dal risultato ottenuto dalla prima azienda che propone la propria percentuale di efficienza come campione e discusso con l'insieme delle imprese che intendono concorrere all'ottenimento del marchio: tale dato, una volta reso definitivo, rappresenta la percentuale di riferimento per le altre imprese che intendono conseguire l'indice. In alternativa, si ipotizza un predeterminato tempo di sperimentazione, durante il quale più imprese si cimentano in prassi di miglioramento, dopodiché si definisce quello che più verosimilmente può essere considerato il miglioramento medio (espresso in percentuale) indicato con y, da raggiungere per ottenere l'indice.
Il punteggio da 5 a 15 viene attribuito dal confronto del valore di miglioramento raggiunto dall'impresa (percentuale di riferimento). Se l'azienda eguaglia la percentuale y raggiunge 10 punti; se supera tale valore e perciò dimostra di essere più virtuosa rispetto al campione ottiene 15 punti; per contro, se non raggiunge tale valore, ma è comunque al di sopra di un limite minimo, riceve 5 punti. Trattandosi di percentuali di miglioramento e non di valori assoluti di emissioni, la logica sulla quale ci si basa è il riconoscimento, attraverso un maggiore punteggio, dell'efficienza.

Il secondo aspetto riguarda la prassi per giungere ad una media condivisa dei subindici. Questo passaggio risulta fondamentale per presentare al consumatore un unico risultato relativo al "pulito" e non tre valutazioni (parte agronomica, produttiva e di packaging) suddivise e non mediate. Illustrare graficamente gli esiti dei tre aspetti suddivisi renderebbe il tutto poco leggibile e quindi vanificherebbe lo scopo divulgativo dell'indice.
L'interrogativo da cui si è partiti in questa fase non è più legato alla media degli ambiti del "buono", "pulito" e "giusto" a cui si può rispondere attraverso una rappresentazione grafica, così come è stato illustrato, ma la scelta della modalità migliore per far coesistere gli aspetti riguardanti le diverse fasi della parte ambientale.
Queste tre fasi, agro ambientale, di produzione e relativa al packaging (Boggia A.), che concorrono a definire il grado di sostenibilità ambientale di un prodotto, devono quindi essere mediate in modo da dare un unico risultato, possibilmente numerico. È pertanto necessario definire dei "pesi" ai tre momenti, diversi per ogni ciclo produttivo che si considera, che ne valuti le peculiarità e che prenda in considerazione i principali aspetti ambientali e i relativi impatti che ne derivano.
L'indicatore da utilizzare per la parte ambientale dovrebbe essere così composto:

$$I_i = Iag_i \bullet \alpha_i + Ipr_i \bullet \beta_i + Ipk_i \bullet \gamma_i$$

$$(\alpha_i + \beta_i + \gamma_i = 1)$$

In cui:
Iag_i = Indicatore fase agro ambientale (espresso in 5,10,15) del prodotto i-esimo
Ipr_i = Indicatore produzione (espresso in 5,10,15) del prodotto i-esimo
Ipk_i = Indicatore packaging (espresso in 5,10,15) del prodotto i-esimo
α_i = peso normalizzato (espresso in percentuale) rappresentativo dell'importanza ambientale della parte agronomica sul settore produttivo i-esimo preso in considerazione
β_i = peso normalizzato (espresso in percentuale) rappresentativo dell'importanza ambientale della parte di trasformazione industriale (produttiva) sul settore produttivo i-esimo preso in considerazione
γ_i = peso normalizzato (espresso in percentuale) rappresentativo dell'importanza ambientale della parte di packaging sul settore produttivo i-esimo preso in considerazione
L'I_i che si ottiene è una sintesi, verrà a sua volta rappresentato con un "basso, medio e alto" ed inserito nel grafico della *Fig. 1*: rispecchia l'importanza rispettivamente della fase di coltivazione/allevamento, trasformazione industriale (produzione) e packaging/commercializzazione dal punto di vista ambientale.
La definizione delle percentuali che fungono da pesi saranno il risultato della condivisone tra i componenti del gruppo di ricerca, sulla base di comprovate analisi bibliografiche ed ipotesi di lavoro.

Conclusioni

Il progetto ha colto fin dall'inizio la sfida molto interessante ed attuale di coniugare in un unico indice caratteristiche differenti e valutabili secondo modalità diverse che riguardano gli ambiti del "buono", del "pulito" e del "giusto" in riferimento a prodotti agroalimentari. L'elevato grado di multidisciplinarietà si è scontrato però con la fattibilità di dare un giudizio unico su questi aspetti che sia anche facilmente comunicabile al consumatore senza perdere di efficacia scientifica.

La competenza del gruppo di ricerca del Dipartimento di Scienze Merceologiche si è focalizzata sulla formalizzazione della metodologia e sugli aspetti ambientali riguardanti la fase di produzione/trasformazione: l'obiettivo è stato quello di individuare la modalità più idonea a misurare e valutare le imprese nel loro percorso di miglioramento ed aumento dell'eco efficienza, attraverso la riduzione degli impatti.

Inoltre, la valutazione della sostenibilità ambientale, affrontata di concerto con membri del gruppo di ricerca appartenenti ad altri settori disciplinari, ha affrontato il problema connesso alla necessità di attribuire un giusto peso a ciascuna parte (agricoltura/allevamento, trasformazione, distribuzione), per ovviare alla distribuzione non uniforme degli aspetti ambientali sul ciclo di produzione di un prodotto alimentare, considerato nella sua totalità.

La metodologia presentata mira a tenere conto di tutte le peculiarità dell'ambito trattato e degli obiettivi che si intendono raggiungere, in modo tale da fornire uno strumento completo e allo stesso tempo non eccessivamente complesso per le imprese che intendono implementarlo e per i consumatori ai quali è destinato.

Bibliografia

Beltramo R., Maritano E., Vesce E., "Sistemi di gestione e marchi ambientali per imprese eco efficienti", Celid, Torino, 2002.

Bernetti I. "Le valutazioni non monetarie. Teoria degli indicatori", Dipartimento di Economia, Ingegneria, Scienze e tecnologie agrarie e forestali, Università di Firenze
http://www.deistaf.unifi.it/bernetti/diapositive/amb6v2.PPT

Boggia A., "Un modello di monitoraggio ambientale e socio-economico per la valutazione della sostenibilità", 36-40 http://www.arpa.umbria.it/resources/docs/micron%207/MICRON_7_36.pdf

Citterio A., Migliavacca S., Pizzurno E., "Impresa e Ambiente: un'intesa sostenibile. Strategie, strumenti ed esperienze", Libri Scheiwiller, Milano, 2009.

Defra (Department for Environment, Food and rural Affairs), "Environmental Impacts of food production and consumption. Final Report to the Department for environment food and rural affairs", Manchester Business School, Manchester, 2006.

Gerbens-Leenes P.W., Moll H.C., Schoot Uiterkamp A.J.M., "Design and development of a measuring method for environmental sustainability in food production systems", Ecological Economics, 46, 231-248, 2003.

Global Reporting Initiative, "Linee Guida per il reporting di sostenibilità", 2006.

Halberg N., Van der Werf H. M. G., Basset-Mens C., Dalgaard R., De Boer I., "Environmental assessment tools for the evaluation and improvement of European livestock production system", Livestock Production Sciences 96, 33-50, 2005.

Olsthoorn X., Tyteca D., Wehrmeyer W., Wagner M., "Environmental indicators for business: a review of the literature and standardization methods", Journal of Cleaner Production, 9, 453-463, 2001.

Petrini C., "Buono, pulito e giusto. Principi di nuova gastronomia", Gli Struzzi Einaudi, Torino, 2005.

Van der Werf H.M.G., Petit J, "Evaluation of the environmental impact of agriculture at the farm level: a comparison and analysis of 12 indicator-based methods", Agriculture, ecosystems and environment, 93, 131-145, 2002.

Vesce E. Beltramo R., Pandolfi E., "Il modello VIP(Value Index of Product): un esempio di certificazione unica (nota 1)", XXIII Congresso Nazionale delle Scienze Merceologiche, "Qualità, ambiente e valorizzazione delle risorse territoriali" Cassino - Terracina, 26-28 settembre 2007, Sistema Stampa, Frosinone, 2008.

Summary

A PROPOSAL TO BUILD A MULTIDISCIPLINARY INDEX TO THE ENHANCEMENT OF AGRICULTURAL AND FOODS PRODUCTS: POLIEDRO PROJECT AND THE ENVIRONMENTAL PART

The project "Pollenzo Index environmental and economics design", proposed by the University of Scienze Gastronomiche (UNISG) in Pollenzo (CN), aims to create a multidisciplinary index to set up a virtuous loop from the sustainability of agricultural and foods products on the territory.

The idea is to aggregate different aspects to deepen the knowledge of culinary traditions of the region interested, the sociological aspects that concern consumer as the last player of the chain, the environmental aspects of the product and the packaging, and the economic ones about the convenience of the labeling.

The result is an indicator of "sustainability", composed by many faces, built for agricultural and food products, which must pull the territory and its products, by the help of some mechanisms to build up during

the developing of the project itself, in order to obtain, at the end, a bigger attention to the environmental aspects in the broadest sense.

THEORY AND APPLICATION OF CONSEQUENTIAL LCA

ALESSANDRA ZAMAGNI[a,b], JEROEN GUINEE[c], REINOUT HEIJUNGS[c], PAOLO MASONI[a], ANDREA RAGGI[b]
[a] Italian National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development (ENEA), via Martiri di Monte Sole 4, 40129 Bologna, Italy
[b] Department of Economic Studies – Section for Technology and the Environment, University "G. d'Annunzio", Viale Pindaro 42, 65127 Pescara, Italy
[c]Institute of Environmental Sciences, Leiden University, PO Box 9518, 2300 RA, The Netherlands
e-mail: alessandra.zamagni@enea.it

Summary
Consequential LCA (CLCA) is becoming widely used as an advanced modelling technique which describes the consequences of a decision. However, despite the increasing number of case studies published, a proper systematization of the approach has not been achieved yet. Most of the issues on which a debate was raised in the past still remain unsolved, like the effects to be included in CLCA, the identification of the affected processes and thus the setting of the boundaries of the system under study.
Starting from previous reviews, this paper investigates the methodological implications of CLCA and identifies areas of improvements for the method, especially in relation to the following aspects: clarify when and which market information is important and necessary, understand the role of scenario modelling in structuring CLCA approach, and develop a procedure to support the framing the question, so to better link questions and model. Moreover, the authors suggest that the logic of mechanisms could be the reading guide for overcoming the dispute between ALCA and CLCA. Going further, this logic could be also extended, considering CLCA as an approach – and not a modelling principle with defined rules – providing the conceptual basis for including more mechanisms than the market ones.

Introduction

Consequential LCA (CLCA) is becoming widely used in the scientific community as an advanced modelling technique which describes the environmental consequences of a decision (Weidema et al. 2009).
However, despite the increasing number of case studies published, a proper systematisation of CLCA has not been achieved yet, as pointed out also in the last reviews on LCA (Finnveden et al. 2009; Reap et al. 2008). CLCA seems now to be considered as a macro container in which different concepts flow in, not always mutually consistent: the perspective adopted (prospective/retrospective), the direction in time (future/past), the typology of consequences analysed, the effects included (marginal vs average), etc. Most of the issues on which a debate was raised in the past still remain unsolved, like the effects to be included in CLCA; the identification of the affected processes and thus the setting of the boundaries of the system under study. The methodological assumptions adopted and the choices made are not always critically discussed and transparent. This attitude gives evidence of the lack of clearness about what CLCA is, for what it is useful and how it should be modelled.
Starting from previous reviews published (Earles and Halog 2011; Zamagni et al. 2008), further broadened and updated, this paper analyses the methodological approaches in CLCA, by means of a thorough analysis of the literature published so far. Moreover, the relevance of CLCA is discussed, trying to understand for which applications it provides the best modelling approach. Finally, the explorative nature of CLCA is discussed, highlighting the importance of analysing the use of scenario modelling to further structure the methodology.

Materials and method

The analysis builds on previous publications on the state of the art of CLCA (Earles and Halog 2011; Zamagni et al. 2008); however, with respect to these, the scope is broader. In fact, the study covers a time period of approximately 18 years, addressing both methodological papers (28 articles) and applications (44 articles). Moreover, it addresses the way in which the methodology is implemented, in relation to the modeling principles. Finally, it discusses the relevance of CLCA.

Results and discussion

CLCA is intended as a specific type of modelling, which tries to capture the environmental consequences due to a (marginal) disturbance of the system under study. The commonly recognised peculiarities of this model include the identification and inclusion of the affected processes within the system boundaries and the handling of the multi-functionality issue by means of system expansion.

Regarding the identification of the affected processes, the methodology requires that only (but all relevant) affected processes need to be included, defined as those that respond to the change in demand driven by the decision at hand. However, a decision can affect processes through a wide range of market mechanisms, which cause different consequences. For example a change in demand may influence prices, that determine what is produced (substitution mechanisms come into question), and who can afford to consume it (income effects might be relevant). However, not all these consequences are presently taken into account in CLCA (for example income effects are left out), and due simplifications are adopted, for example in relation to the number of markets dealt with simultaneously, to the scale of the consequences[1] or to the complexity of the substitution mechanism. In fact, usually only one market situation is modelled and only one affected process/technology is identified. Other approximations refer to the investigation of a stand-alone increase in demand, assuming that substitution occurs within the same type of products (Schmidt 2008). This is clearly a limitation, because products and markets are connected, and an increased supply of a given product implies increased demand for the intermediate products used as inputs in its production (Lundie et al. 2008). In some cases, as deeply discussed in Earles and Halog (2011), attempts to links many market simultaneously have been done, using partial equilibrium models (PEM) or general equilibrium models (CGE) (for example Ekvall and Andrae 2006; Kløverpris et al. 2008; Lesage et al. 2007a, b; Kløverpris et al. 2010; Dandres et al. 2009). The studies carried out demonstrate that the use of PEM is limited by the knowledge of price elasticities, thus adding great uncertainty to the model. Moreover, PEM can be modelled only for few markets and the decision regarding which markets to include needs an accumulated experience.

A procedure to support the identification of the affected processes has been developed since 1999 (Weidema et al. 1999), and updated and refined in 2009 (Weidema et al. 2009). Moreover, recently also Schmidt (2008) developed a procedure for system delimitation in agricultural CLCA. However, the question is still tricky, and evidence is given in several case studies in which the identification of the affected processes is often done inconsistently, using various arguments not always supported by the evidence of market information.

Mathiesen et al. (2009) analysed the ability of CLCA to identify marginal electricity technologies by means of an analysis of statistical data on historical developments of the energy system. The results are surprising, since they point out that in many situations the actual technologies are not those which could have been foreseen by applying the procedure for their identification.

As far as the discrepancies between the actual and the foreseen marginal technologies is concerned, it is not clear – besides the assumptions and simplifications adopted in modelling the market consequences – if they should be ascribed to an inappropriate application of the recommended procedure or rather to the individual choices made by practitioners, seldom documented and transparent. Most of the authors state that reference was made to the five-steps procedure developed by Weidema et al. (2003), but this statement is not supported by evidence in their papers. Moreover, staying within the procedure, the techniques applied are different. Static models are used, in which practitioners identify for what technologies the production is constrained by a specific variable (physical, political, etc.). Also dynamic optimising models have been applied (Eriksson et al. 2007; Mattsson et al. 2003), as well as energy system analysis simulation tools (Mathiesen et al. 2009; Lund et al. 2010), which demonstrate that a set of affected technologies, instead of just one, can provide a more complete description of the consequences.

Other authors simply use the results of previous studies without providing arguments in support. These uncertainties in identifying the affected processes have a strong influences on the final results, as demonstrated by several studies (Eriksson et al. 2007; Nielsen and Hoier 2009; Reinhard and Zah 2009; Smyth and Murphy 2011; Schmidt 2010). There is a high degree of uncertainty and a wide range of possible results, depending on the system enlargements, on the type of indirect effects included and on the assumptions and scenarios made. Considering the important role that CLCA could play in supporting decisions with long-term consequences and at the same time the high uncertainties due to the fact that market conditions may change rapidly, sensitivity analysis and the use of scenarios are unavoidable (Mathiesen et al. 2009). Together they can contribute to considering how the consequences might change under several market

[1] Typically the scale of the potential changes is small (for non-marginal variations see the work of Dandres et a. 2009), which means the direction of the trend in market volume and the constraints on and production costs of involved products and technologies are not affected (Weidema et al. 2009).

situations, taking into account relevant parameters to calculate substitution, the possible marginal products on the world market and the feedback mechanisms taken into account (Reinhard and Zah 2009).
The unsystematic way in which the main methodological issues of CLCA are dealt with suggests that it is still not clear when the consequential modelling is appropriate and relevant. Debating on the meaning of CLCA is far from being a trivial question, considering the room for interpretation given by the most quoted definition, according to which CLCA "*describes how the environmentally relevant physical flows to and from the technosphere will change in response to possible changes made within the life cycle*" (Ekvall and Weidema 2004). As far as the ALCA is concerned, it is defined by its focus on describing the environmentally relevant physical flows to and from a life cycle and its subsystems (Ekvall 2002). Similar distinctions and definitions appear in several other publications (Curran et al. 2005; Tillman 2000; Weidema 2003; Weidema et al 2009; Weidema et al 1999), but other terms have been often used to denote the two types of LCA (such as descriptive vs change-oriented, or retrospective vs prospective), and sometimes including further subcategories within the two main types of LCA (Guinée et al. 2002). More precise definitions appeared in the last years, making explicit reference to CLCA as a marginal and market-oriented approach (Nielsen et al 2008; Nielsen et al 2007; Skals et al 2008). However, misalignments exist in literature as some authors further elaborate on the concept, giving interpretations that do not always reflect the intentions of the primary authors. However, saying that consequences are at the core of CLCA (Weidema et al. 2009; EC JRC-IES 2010) still does not clarify for what kind of applications CLCA is useful and which questions it can answer. Regarding the applications, some authors (for example Lundie et al. 2008; Tillman 2000) recommend the use of CLCA for decision-making, while Weidema (2003) argues that it is also relevant when no specific decision is at hand, for increasing the understanding of the causal relations within the product chain and between this chain and the surrounding technological system. Lundie et al. (2008) suggest avoiding CLCA when the difference between CLCA and ALCA result is small, and when the uncertainties in modelling outweigh the insights gained from it. As stated by several authors (Ekvall et al. 2005; Sandén and Kalström 2007), ALCA and CLCA can both be applied for modelling of future systems. Both can also be applied for modelling of past or current systems.
Not only the final state resulting from a decision or action can be important in a CLCA, but information on the "intermediate" consequences (those related to the process of changes) have been considered valuable for the decision-making context. Hondo et al. (2006) have presented an approach highlighting the importance of the transition phase, so far ignored by the LCA community. The methodology developed deals with the process of changes by explicitly introducing the notion of time: the approach is described as a mathematical model, combining optimization (inter linear programming model) with economic input-output table and scenario development. The drawback of this approach is that it requires expertise in the fields of economics as well as optimising models, not always available within the LCA community.
However, in many cases it was not possible to identify the reasons why CLCA was applied, because it was just the purpose and not the means of the assessment. An explanation for that could be that, being CLCA a new modelling approach, practitioners are interested in testing it and analysing the implications. The understanding of how the results are affected by the two modelling approaches, and which one is more appropriate, is at the core of case studies which apply both CLCA and ALCA (for example Ekvall and Andrae 2006; Thomassen et al. 2008). In this regard, if for certain types of applications the choice between the two models is not considered critical (Vieira and Horvath 2008), most of the authors agree that CLCA results in an increased knowledge of the system under study, despite the uncertainties involved in the application of the model (Schmidt 2010; Lesage et al. 2007b).
We believe that confusion arises in understanding when a CLCA modelling is useful and appropriate instead of an attributional one because the questions to be answered in the case studies are not worked out in a clear way. Usually the purpose of the study is outlined, which is not enough to decide if to use ALCA or CLCA. Simply stating that the purpose is to evaluate the potential environmental impacts associated with the production of X, or to quantify the change of environmental interventions after the adoption of several development scenarios, or to investigate whether a technology is a more environmentally sound alternative than a conventional way of producing a particular product, still leaves rooms for interpretation on the modelling choices.
Guidelines should be provided on how to frame questions, to identify what exactly the problem is that we are trying to tackle, what the derived questions are, what the technological options are, what the scale of the expected changes is, what the time frame of the question is, if a ceteris paribus assumption may hold or not, if the system analysed is one replacing another system at a small scale or if it is expected that the technology used in the new system will expand to many more applications on a larger scale, etc. (Guinée et al. 2009). It

is the sum of all these answers that determines which methodological choices are relevant, and thus, which approach is more appropriate.

Conclusions

The consequential thinking was revolutionary because it provided a way to take the environmental consequences of an action/decision into consideration (Weidema et al. 2009). However, despite the several methodological papers published on the topic and the increasing number of applications, we are still far from a proper systematization of the approach. In fact, an analysis of the literature pointed out that the application of the consequential model is often done in a non-systematic and consistent way, suggesting that CLCA is not yet fully understood neither at a conceptual nor at a modelling level. For this reason, we went back to the origins of the model, discussing the relevance of CLCA. CLCA stands out as a method which includes (some) market mechanisms into the analysis. They regulate the use and development of a product into the market, by means of price effects, substitution mechanisms and even further with income effects. These mechanisms presently are not endogenised in the model but are derived from economic models and then included as input into LCA. The main effects on the model are related to the way in which the boundaries of the system are set and the processes to be included are selected, namely those affected by the dynamics of the market. Clearly this results in an higher complexity, because additional, economic concepts such as marginal production costs, elasticity of supply and demand, etc. are included in the analysis. Some models used in the analysis are also much less transparent than the linear and static model of a traditional LCA. Their results can also be very sensitive to assumptions. This all adds to the risk that inadequate assumptions or other errors will significantly affect the final results. However, the complexity and uncertainty, on the one side, can be balanced with the dramatic increase in knowledge about the system on the other side, a compromise that can be accepted if the analysis is transparent in the assumptions and choices made regarding the different consequences considered.

The logic of mechanisms could be the reading guide for overcoming the dispute between ALCA and CLCA. The modelling specification in terms of which market mechanisms are included in the analysis can provide better indications than the term consequential itself.

Going further, this logic could be also extended, considering CLCA as an approach – and not a modelling principle with defined rules – to deepen LCA, to include mechanisms that result from an initial disturbance to some parts of the product system. The more mechanisms are added, the more the ceteris paribus assumption and its related constraints are relaxed, evolving ultimately towards a dynamic modelling outside the realm of ISO-LCA. Specifying which constraints to impose, why, which we relax (for example change in functional unit, change in technology, constrained capacity, etc), which (market) mechanisms to include and how to report them, would support the introduction of more mechanisms into the analysis and contribute to making the assessment more consistent and robust.

This, in turn, requires that a clear definition of the questions to be answered goes ahead, an aspect on which the analysis of the literature does not provide any clue. In fact, as pointed out by several authors (Frischknecht and Stucki 2010; Guinée et al. 2002; Tillman 2000), it is the specific question to be answered that clarify also the modelling choices to be applied. How to better link questions and models is an important field of research, not only for the CLCA, and it requires the development of practical guidelines that can provide elements for identifying the involved parameters, the degree of complexity, the stakeholders affected, and the direct and indirect consequences of the system analysed.

Finally, another important contribution to better structuring CLCA and the inclusion of further mechanisms into the analysis could come from scenario modelling. In particular explorative scenarios can provide an approach to think about plausible future developments and related uncertainties in a structured, yet creative manner (Zurek and Henrichs 2007). However, as data uncertainty can be very large in scenarios that refer to technologies not yet in use, accounting for future developments increases the need of methods to manage great uncertainties (Hòjer et al. 2008). As the large uncertainty reduces the value of long-term forecasts and other predictive scenarios, explorative scenarios become the most viable option for LCAs that concern the long-term future.

Acknowledgements

This research is partially funded by the Italian Ministry for Education, University and Research-MIUR *(Progetti di ricerca afferenti la quota dello stanziamento del bilancio dell'Ateneo - Fondi ex 60%).*

References

Curran M.A., Mann M., Norris G., "The international workshop on electricity data for life cycle inventory", Journal of Cleaner Production, 13, 853-862, 2005

Dandres T., Lesage P., Tirado P., Samson R., "A consequential life cycle assessment method for a large system affected by non-marginal variations", In: Proceedings of the 3rd International Seminar on Society & Materials, SAM3, 29-30 April, Freiberg, 2009

Earles J.M., Halog A., "Consequential life cycle assessment: a review", International Journal of Life Cycle Assessment, online 30 March 2011

EC JRC-IES, "International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook - General Guidance document for Life Cycle Assessment – Detailed Guidance", First edition, EUR 24708 EN. Luxembourg. Publications Office of the European Union, March 2010

Ekvall T., Andrae A., "Attributional and consequential environmental assessment of the shift to lead-free solders", International Journal of Life Cycle Assessment, 11(5), 344-353, 2006

Ekvall T., "Cleaner production tools: LCA and beyond", Journal of Cleaner Production, 10, 403-406, 2002

Ekvall T., Tillman A.M., Molander S., "Normative ethics and methodology for life cycle assessment", Journal of Cleaner Production, 13, 1225-1234, 2005

Ekvall T., Weidema B.P., "System boundaries and input data in consequential life cycle inventory analysis", International Journal of Life Cycle Assessment, 9(3), 161-171, 2004

Eriksson O., Finnveden G., Ekvall T., Björklund A., "Life Cycle Assessment of fuels for district heating: A comparison of waste incineration, biomass- and natural gas combustion", Energy Policy, 35(2), 1346-62, 2007

Finnveden G., Hauschild M.Z., Ekvall T., Guinée J.B., Heijungs R., Hellweg S., Koehler A., Pennington D., Suh S., "Recent developments in life cycle assessment", Journal of Environmental Management, 1-21, 2009

Frischknecht R., Stucki M., "Scope-dependent modelling of electricity supply in life cycle assessment", International Journal of Life Cycle Assessment, 15, 806-816, 2010

Guinée J.B., Gorrée M., Heijungs R., Huppes G., Kleijn R., de Koning A., van Oers L., Wegener Sleeswijk A., Suh S., Udo de Haes H.A., de Bruijn J.A., van Duin R., Huijbregts M.A.J., "Handbook on life cycle assessment: Operational guide to the ISO standards", Series: Eco-efficiency in industry and science, Kluwer Academic, Dordrecht, 2002

Guinée J.B., Huppes G., Heijungs R., van der Voet E., "Research strategy, programmes and exemplary projects on life cycle sustainability analysis (LCSA)", deliverable of CALCAS project, 2009

Hondo H., Moriizumi Y., Sakao Y., "A method for Technology Selection Considering Environmental and Socio-Economic Impact. Input-Output optmization model and its application to housing policy", International Journal of Life Cycle Assessment, 11(6), 383-393, 2006

Höjer M., Ahlroth S., Dreborg K.H., Ekvall T., Finnveden G., Hjelm O., Hochschorner E., Nilsson M., Palm V., "Scenarios in selected tools for environmental systems analysis", Journal of Cleaner Production, 16, 1958-1970, 2008

Kløverpris J., Wenzel H., Nielsen P.H., "Life cycle inventory modelling of land use induced by crop consumption. Part 1: Conceptual analysis and methodological proposal", International Journal of Life Cycle Assessment, 13(1), 13-21, 2008

Kløverpris J., Baltzer K., Nielsen P.H., "Life cycle inventory modelling of land use induced by crop consumption. Part 2: Example of wheat consumption in Brazil, China, Denmark and the USA", International Journal of Life Cycle Assessment, 15, 90-103, 2010

Lesage P., Ekvall T., Deschenes L., Samson R., "Environmental assessment of brownfield rehabilitation using two different life cycle inventory models: Part I-Methodological Approach", International Journal of Life Cycle Assessment, 12(6), 391-398, 2007a

Lesage P., Ekvall T., Deschenes L., Samson R., "Environmental assessment of brownfield rehabilitation using two different life cycle inventory models: Part 2: Case Study", International Journal of Life Cycle Assessment, 12(7), 497-513, 2007b

Lund H., Mathiesen B.V., Christensen P., Schmidt J.H., "Energy system analysis of marginal electricity supply in consequential LCA", International Journal of Life Cycle Assessment, 15, 260-271, 2010

Lundie S., Ciroth A., Huppes G., "Inventory methods in LCA: towards consistency and improvement", UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, Life Cycle Inventory (LCI), Task Force 3, Methodological Consistency, VDM-Verlag, 2008

Mathiesen B.V., Münster M., Fruegaard T., "Uncertainties related to the identification of the marginal energy technology in consequential life cycle assessment", Journal of Cleaner Production, 17, 1331-1338, 2009

Nielsen P.H., Dalgaard R., Korsbak A., Pettersson D., "Environmental assessment of digestibility improvement factors applied in animal production - Use of Ronozyme® WX CT Kylanase in Danish pig production", International Journal of Life Cycle Assessment, 13(1), 49-56, 2008

Nielsen P.H., Oxenboll K., Wenzel H., "Cradle-to-gate environmental assessment of enzyme products produced industrially in Denmark by Novozymes A/S", International Journal of Life Cycle Assessment, 12(6), 432-438, 2007

Nielsen P.H., Hoier E., "Environmental assessment of yield improvements obtained by the use of the enzyme phospholipase in mozzarella cheese production", International Journal of Life Cycle Assessment, 14, 137-143, 2009

Reap J., Roman F., Duncan S., Bras B., "A survey of unresolved problems in life cycle assessment – Part I Goals and scope and inventory analysis", International Journal of Life Cycle Assessment, 13, 290-300, 2008

Reinhard J., Zah R., "Global environmental consequences of increased biodiesel consumption in Switzerland: consequential life cycle assessment", Journal of Cleaner Production, 17, 846-856, 2009

Sandén B., Karlström M., "Positive and negative feedback in consequential life-cycle assessment", Journal of Cleaner Production, 15(15), 1469-1481, 2007

Schmidt J.H., "Comparative life cycle assessment of rapeseed oil and palm oil", International Journal of Life Cycle Assessment, 15, 183-197, 2010

Schmidt J.H., "System delimitation in agricultural consequential LCA – Outline of methodology and illustrative case study of wheat in Denmark", International Journal of Life Cycle Assessment, 13, 350-364, 2008

Skals P., Krabek A., Nielsen P.H., Wenzel H., "Environmental assessment of enzyme assisted processing in pulp and paper industry", International Journal of Life Cycle Assessment, 13(2), 124-132, 2008

Smyth B.M., Murphy J.D., "The indirect effects of biofuels and what to do about them: the case of grass biomethane and its impact on livestock", Biofuels Bioproducts and Biorefining, 2011

Thomassen M.A., Dalgaard R., Heijungs R., de Boer I., "Attributional and consequential LCA of milk production", International Journal of Life Cycle Assessment, 13(4), 339-349, 2008

Tillman A.M., “Significance of decision-making for LCA methodology”, Environmental Impact Assessment Review, 20, 113-123, 2000
Thrane M., “LCA of Danish fish products – New methods and insights”, International Journal of Life Cycle Assessment, 11(1), 66-74, 2006
Vieira P.S., Horvath A., “Assessing the end-of-life impacts of buildings”, Environmental Science and Technology, 42, 4663-4669, 2008
Weidema B.P., “Market aspects in product life cycle inventory methodology”, Journal of Cleaner Production, 1(3-4), 161-166, 1993
Weidema B.P., “Market information in life cycle assessment”, Environmental Project no. 863, Danish Environmental Protection Agency, Copenhagen, 2003
Weidema B.P., Ekvall T., Heijungs R., “Guidelines for application of deepened and broadened LCA”, Deliverable of the CALCAS project, 2009
Weidema B.P., Frees N., Nielsen A.M., “Marginal production technologies for life cycle inventories”, International Journal of Life Cycle Assessment, 4(1), 48-56, 1999
Zamagni A., Buttol P., Porta P.L., Buonamici R., Masoni P., Guinée J.B., Heijungs R., Ekvall T., Bersani R., Bienkowska A., Pretato U., “ Critical review of the current research needs and limitations related to ISO-LCA practice”, ENEA, Roma, 2008
Zurek M.B., Henrichs T., “Linking scenarios across geographical scales in international environmental assessments”, Technological Forecasting & Social Change, 74, 1282–1295, 2007

SOCIAL LIFE CYCLE ASSESSMENT E TURISMO: APPLICAZIONE AD UNA STRUTTURA RICETTIVA

GABRIELLA ARCESE*, CHRISTIAN IPPOLITO*, ROBERTO MERLI**
*Università degli Studi di Roma La Sapienza, Dipartimento di Management e Tecnologia, Via del Castro Laurenziano, 9 - 00161 Roma, e-mail: gabriella.arcese@uniroma1.it, christian.ippolito@uniroma1.it
**Università degli Studi Roma Tre, Via Silvio D'Amico, 77 - 00145 Roma, e-mail: r.merli@uniroma3.it.

Riassunto
Come è noto, la sostenibilità costituisce un importante fattore di competitività, aumentando il valore aggiunto di un'azienda in termini di immagine e credibilità. Tuttavia è importante che le valutazioni di sostenibilità siano effettivamente affrontate in un'ottica globale; pertanto, accanto a strumenti quali, ad esempio, la LCA, che analizzano gli impatti ambientali lungo l'intero ciclo di vita di un prodotto/processo e servizio, si vanno affermando strumenti utili per valutare in maniera più articolata ed organica anche gli impatti sociali. Tra questi, è particolarmente significativa la Social Life Cycle Assessment (SLCA) che, essendo ancora nella sua fase iniziale di sviluppo, non viene ancora applicata attraverso strumenti globalmente condivisi; tuttavia presenta caratteristiche metodologiche estremamente promettenti.
Per tali ragioni ci è sembrato interessante proporne una prima applicazione alle attività turistiche che, per le particolari caratteristiche di erogazione del servizio, meglio di altre si prestano all'elaborazione di dati riconducibili alla sostenibilità sociale.
L'obiettivo di questo lavoro è stato quello di analizzare l'impatto sociale di una struttura ricettiva con dati dedotti a partire dagli strumenti di contabilità sociale e di gestione aziendale, nonché di valutare il ciclo di vita e l'impatto sociale delle attività della struttura alberghiera. Infine sono stati individuati i punti critici dell'organizzazione in termini sociali, per trarne spunti di miglioramento.

Introduzione

L'analisi del ciclo di vita (LCA) per ciò che concerne la rilevazione degli aspetti ambientali risulta essere uno strumento consolidato sullo scenario internazionale, seppur ancora con alcuni punti critici e da sviluppare ulteriormente. In fase di evoluzione e totalmente nuovi risultano essere invece gli approcci del ciclo di vita e le relative applicazioni alla rilevazione degli aspetti sociali della vita dell'impresa (Kloepffer W., 2008).
La metodologia *Social Life Cycle Assessment* (da qui in poi SLCA) può essere descritta come uno strumento che consente di avere una visione strategica e manageriale della sostenibilità sociale del prodotto e si sostanzia in un'analisi che permette all'azienda di osservare l'impatto sociale del prodotto stesso attraverso la sua sostenibilità valutata nel corso dell'intero ciclo di vita (Benoît C. et al., 2010).
Negli ultimi anni, grazie anche alla spinta di diverse organizzazioni internazionali e non solo, la SLCA, in un primo momento storico di sviluppo delle teorie *Life Cycle Thinking* meno considerata, ha assunto invece sempre maggiore rilevanza, evidenziando così alcune esigenze di perfezionamento e completamento di una metodologia che si presenta ad oggi in uno stadio preliminare di elaborazione (Petti L. e Capannella P., 2010).
Non essendo ancora standardizzata a livello internazionale, la metodologia segue sostanzialmente gli *step* proposti dalla norma ISO 14040 riguardante l'*Environmental Life Cycle Assessment* e l'applicazione della stessa in base alle Linee Guida redatte dal SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) in collaborazione con l'UNEP (United Nations Environment Programme), (Traverso M. e Finkbeiner M., 2009).
Nonostante la metodologia si trovi in uno stadio evolutivo iniziale, sono già presenti in letteratura esempi di applicazione della metodologia a prodotti specifici; inoltre centri di ricerca di eccellenza hanno proposto diverse tipologie di analisi con l'elaborazione di indicatori qualitativi e semi-quantitativi (Hauschild M.Z., 2008). D'altra parte è necessario ricordare che non esistono ancora modelli di analisi che utilizzino invece indicatori totalmente quantitativi, anche se alcuni di essi

risultano in via di elaborazione (Weidema B.P., 2006).

Il rapporto tra sostenibilità e strutture ricettive

Il settore turistico rappresenta, in questo particolare momento storico e presumibilmente per gli anni a venire, uno dei settori economici trainanti del sistema produttivo globale, e può essere definito come un apparato complesso, caratterizzato dalla concomitanza di attività che abbracciano settori diversi come l'energia, l'agricoltura, i trasporti etc.. Per questa ragione, il rapporto del settore con la sostenibilità si è progressivamente consolidato, vista anche la crescente rilevanza dei consumi imputabili al comparto e di conseguenza quella dei suoi impatti ambientali.

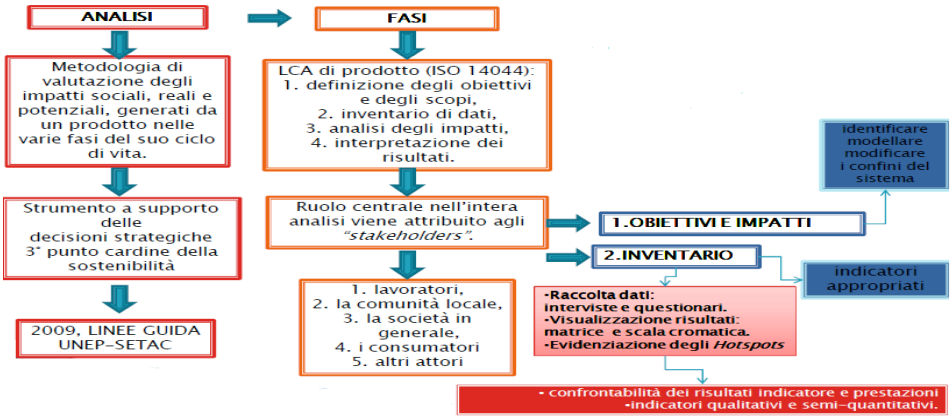
Il turismo sostenibile rappresenta un tema di grande attualità anche per quanto riguarda le strutture ricettive in senso stretto. A testimonianza di questo, i dati sulla concessione del Marchio Ecolabel in Italia nelle strutture ricettive evidenziano un significativo sviluppo (148 licenze in uso a febbraio 2011, con un trend di forte crescita nel periodo 2004-2009 e una flessione nel periodo 2009-2011 da imputarsi alla entrata in vigore dei nuovi criteri Ecolabel, specifici per questo settore, ai quali non tutte le strutture si sono uniformate[1]), oltre ad essere la categoria con il maggior numero di licenze rilasciato in assoluto. Molto meno evidente è l'impegno del settore verso la sostenibilità sociale e di conseguenza resta ancora lontano il raggiungimento di una sostenibilità forte, intesa come la giusta coniugazione delle variabili ambientali, economiche e sociali. Applicare alle strutture ricettive un modello strutturato di rilevazione e monitoraggio della sostenibilità sociale basato sul ciclo di vita, consente di evidenziare come la leva della sostenibilità (come già verificato nel settore per la sostenibilità ambientale) sia in grado di offrire una qualità in più che l'azienda turistica può presentare ai propri clienti e che resta maggiormente impressa nelle esperienze degli ospiti, contribuendo alla fidelizzazione e ponendo quindi le basi per una sostenibilità economica di lungo periodo.

Una struttura ricettiva sostenibile è costituita da personale e professionisti sensibili ad una corretta gestione sociale ed ambientale, rispondendo alle esigenze di business e alla soddisfazione del cliente. I principali segni di politica di sostenibilità sono caratterizzati dall'adozione di soluzioni innovative di risparmio energetico, ottimizzazione dei costi, formazione del personale rivolta all'educazione alle *best practice* con particolare *focus* sulla riduzione dello spreco; pone attenzione all'accoglienza e alla salubrità degli edifici per promuove il benessere fisico e psicologico dei fruitori e dei suoi dipendenti. Di particolare influenza per il settore, ad esempio, risultano essere l'utilizzo della bioedilizia, l'uso di fonti energetiche rinnovabili e l'eliminazione di emissioni tossiche tipiche dell'edilizia tradizionale. Oltre alla gestione interna, un'impresa dovrebbe valutare la gestione dei rapporti con il territorio, la comunità locale e le istituzioni pubbliche. Le piccole imprese si dimostrano spesso abili nel gestire queste relazioni, dal momento che esse stesse sono parte integrante e visibile della comunità in cui operano (Hunkeler D., 2006).

Impostazione dell'analisi SLCA

La SLCA è definita come la metodologia di valutazione degli impatti sociali negativi e positivi che sono generati da un prodotto/servizio nel suo intero ciclo di vita e relativamente ai diversi gruppi di portatori di interesse coinvolti, con l'obiettivo ultimo di promuovere il miglioramento delle prestazioni socio-economiche del prodotto lungo il suo ciclo su tutti gli *stakeholders* (Weidema B.P., 2005).

[1] Dati ISPRA, 2011.



(Fig. 1 - Struttura di analisi della Social Life Cycle Assessment, Fonte: Arcese G. e Martucci O., 2010)

È stata stabilita attraverso la redazione delle linee guide dell'UNEP-SETAC del 2009 l'implementazione della procedura di analisi sulla base delle fasi di una LCA di prodotto. È quindi possibile identificarne le quattro fasi principali riconducibili a quanto previsto dalla ISO 14044: definizione degli obiettivi e degli scopi, redazione di un inventario di dati, analisi degli impatti, interpretazione dei risultati (Reitinger C. et al., 2011).

Gli *stakeholders*, in questa analisi, devono necessariamente assumere rilevanza centrale e conseguentemente vengono considerati già dalla fase di analisi degli impatti. I portatori di interesse principali possono essere raggruppati in cinque macro gruppi, adattabili al caso specifico delle strutture ricettive. Nello specifico essi sono raggruppabili in:

Stakeholder categories	***Subcategories***
Employees	1. Freedom of association and collective bargaining 2. Child Labor 3. Working hours 4. Forced labor 5. Equal opportunities / Discrimination 6. Health and Safety 7. Fair salary 8. Social Benefit/ Social security
Local community	1. Access to material resources 2. Access to immaterial resources 3. Delocalization and Migration 4. Cultural Heritage 5. Safe and Healthy living Conditions 6. Respect of Indigenous rights 7. Communities engagement 8. Local Employment 9. Secure Living Conditions
Society	1. Public commitments to sustainability issues 2. Contribution to economic development 3. Prevention & mitigation of amend conflict 4. Technology development 5. Corruption
Consumer	1. Health and Safety 2. Feedback mechanism 3. Consumer privacy 4. Transparency 5. End of life responsibility
Value chain actors not including consumers	1. Fair competition 2. Promoting social responsibility 3. Supplier relationships 4. Respect of intellectual property rights

(Tab. 1 - Classificazione degli stakeholders, Linee Guida UNEP-SETAC, 2009)

Ad ogni categoria di *stakeholder* vengono associati i relativi obiettivi e impatti, i quali identificano, modellano e modificano i confini del sistema, contribuendo alla loro definizione. In questa specifica analisi il coinvolgimento degli *stakeholder* stessi nella vita dell'impresa quantifica l'importanza delle varie sub-categorie di impatto (Parent J. et al., 2010).
La scelta degli indicatori, come spesso accade, ha portato ad individuare un set di indicatori misti (quantitativi, semi-quantitativi e qualitativi) con una forte caratterizzazione del dato in relazione alle caratteristiche geografiche del territorio.
Nella seconda fase, relativa alla redazione dell'inventario dei dati, vengono definiti gli indicatori più appropriati. La comunità scientifica internazionale ne ha definiti diversi, nell'intento di giungere ad un set completo in grado di rispondere a tutte le esigenze dell'analisi.
In particolare, nel caso specifico sono stati presi in considerazione gli indicatori stabiliti da Jørgensen, il quale ha rappresentato in una struttura matriciale gli indicatori relativi alle diverse categorie di impatto, suddivisi per sottocategorie come stabilito dalle linee guida internazionali, con i necessari adattamenti e variazioni per la contestualizzazione del caso ed opportunamente integrato con gli indicatori previsti dalle Linee Guida (Jørgensen A. et al, 2009).
Le sottocategorie principali di indicatori relative ai lavoratori sono espresse con indicatori relativi a: contrattazione collettiva e libertà di associazione, lavoro minorile, remunerazione, orario lavorativo, discriminazioni sessuali, salute, sicurezza, benefici sociali. I valori assunti dai set di indicatori devono essere sia di carattere qualitativo che quantitativo in relazione all'impatto associato. È molto importante in questo scenario la caratterizzazione geografica in termini di presenza e intensità dell'impatto di un singolo fattore sul territorio.
Schematizzando le variabili chiave deducibili dallo studio delle attività di una struttura ricettiva, si evincono i criteri di sostenibilità del settore che, in via generale, possono essere ricondotti a:

- Pianificazione della capacità turistica ricettiva della zona;
- Uso razionale delle risorse naturali (energia, acqua, suolo);
- Conservazione dell'integrità naturale del paesaggio;
- Gestione controllata ed eco-compatibile dei rifiuti urbani;
- Gestione controllata ed eco-compatibile delle acque reflue;
- Rispetto degli habitat naturali delle specie viventi (flora e fauna);
- Rispetto e sensibilità verso le culture locali;
- Costruzione e gestione delle infrastrutture turistiche nel rispetto delle caratteristiche ambientali della zona;
- Gestione eco-compatibile della viabilità e del traffico locale;
- Utilizzo di prodotti e beni di consumo prodotti dalla comunità locale;
- Formazione degli operatori turistici sugli aspetti culturali e ambientali locali.

L'origine dei dati deriva, in questa analisi specifica, principalmente da interviste dirette e dal monitoraggio della struttura in uno *slot* temporale determinato (ultimo trimestre del 2010 per le interviste, ultimo trimestre del 2010 e primo trimestre del 2011 per il monitoraggio). Le informazioni richieste sono state classificate in base alle categorie di *stakeholder* e i dati monitorati sono stati calibrati in funzione dei criteri di sostenibilità del settore sopracitati, con specifico riferimento alle analisi di settore della categoria *Bed & Breakfast* (B&B) alla quale la struttura analizzata appartiene.
Le valutazioni di sostenibilità tradizionalmente svolte, spesso iniziano con la rilevazione di una criticità ma nell'analisi in oggetto è stato preso in considerazione il sistema della struttura ricettiva per rilevarne gli *hotspot* e creare spunti di miglioramento strategico, consentendo ai responsabili della struttura di concentrarsi sulle cause degli aspetti di potenziale insostenibilità, per poterle ridurre o eliminare.

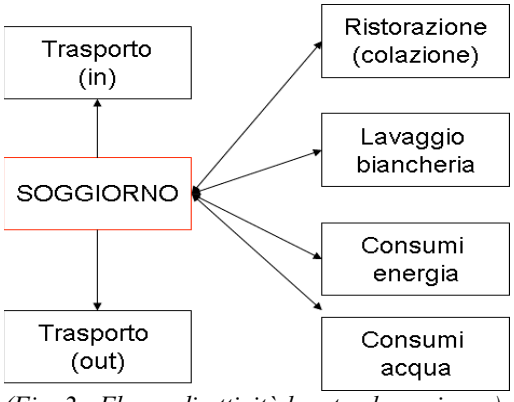
Analisi del sistema e relazione con gli stakeholder

Nel primo trimestre di rilevazione ci si è focalizzati sulla valutazione complessiva dell'attività per rilevare, in un secondo momento, la categoria di stakeholder di maggior impatto e focalizzare l'analisi sulla stessa e la rilevazione degli *hotspot*.
In questa fase sono state delineate le caratteristiche peculiari delle strutture ricettive classificate come categoria B&B nel panorama dell'offerta totale. Dalle analisi di settore svolte da diverse associazioni,

a livello nazionale emerge una realtà frammentata ma in fase di sviluppo di questa attività economica, con un insieme di attori di sistema che spesso si muovono in modo disgiunto.
Il Touring Club Italiano, attraverso l'Osservatorio specifico sulla categoria, nato nel 2002, ha rilevato come il fenomeno sia in grande crescita, analizzando due principali categorie di stakeholder tra quelle con le maggiori aspettative: i clienti che fruiscono del servizio e i residenti della comunità locale.
Nella regione in cui ha sede la struttura ricettiva analizzata (Regione Lazio) si rileva la concentrazione maggiore di strutture B&B con una quota superiore al 10% su scala nazionale. La zona geografica di riferimento conta attualmente 37 strutture ricettive catalogate come B&B. Per queste strutture i potenziali clienti possono essere raccolti in quattro categorie distinte:

1. Turisti che ricercano un trattamento familiare, interessati a conoscere il territorio e gli aspetti della vita dei residenti sentendosi più simili a questi;
2. Turisti attenti alla soluzione più economica;
3. Turisti che si spostano per affari e visitatori che sono coinvolti in attività lavorative sul territorio (ovviamente questa categoria è tanto più numerosa quanto maggiori sono le attività presenti sul territorio per periodi diversi; i rappresentanti di commercio e i consulenti sono le tipologie di clienti maggiormente presenti in questa classe);
4. Turisti di passaggio non intenzionati a fermarsi più giorni e interessati ad un solo pernottamento.

Nella struttura presa in analisi, dai dati rilevati per la redazione dell'inventario si evince che le categorie di clienti cui sono associate le frequenze più elevate appartengono alla prima e alla terza categoria. La categoria a maggior incidenza delinea un turista legato agli spostamenti d'affari (quota maggiore del 50%).
La categoria lavoratori è stata rilevata ma non analizzata essendo una struttura interamente a gestione familiare. Di conseguenza, si può dedurre anche dalle motivazioni di richiesta di ospitalità dei clienti che la categoria di stakeholder maggiormente interessata e su cui ricadono le principali ripercussioni dell'attività della struttura ricettiva è la Comunità Locale.
Il servizio preso in considerazione è un soggiorno di 2 giorni, scelto sulla base del tempo medio di permanenza nella struttura del tipo di cliente di maggior incidenza. Dai dati rilevati nella struttura si è infatti verificato che i turisti che si spostano per affari non restano quasi mai per più di due giorni consecutivi, anche se una volta scelta la struttura tendono ad essere fidelizzati. Il soggiorno di 2 giorni può essere quindi considerato come unità funzionale del sistema di analisi.
L'obiettivo dell'analisi è quindi definito come la valutazione degli impatti sociali della struttura nel sistema considerato, delimitato nel territorio di riferimento. In particolare sono state identificate le fasi del soggiorno che generano impatto maggiore secondo la procedura di allocazione della LCA; successivamente sono state dedotte le possibili strategie di riduzione degli impatti nelle aree di rilevazione dei punti critici.
Nella definizione del sistema sono stati delineati i confini, prendendo in considerazione il periodo di permanenza del turista nella struttura (arrivo nella struttura, permanenza, fine della permanenza e partenza del visitatore).
Per ogni soggiorno sono stati considerati i processi rappresentati nella figura n. 2.



(Fig. 2 - Flusso di attività legate al soggiorno).

Qualità dei dati:
I dati di inventario sono stati ricavati da molteplici fonti:

- dati primari provenienti direttamente dalle bollette di acqua, energia elettrica e gas;
- interviste attraverso questionari dirette sia al personale della struttura sia ai clienti;
- dati secondari provenienti da analisi del settore turistico, banche dati e documenti esterni.

Data la particolarità del caso studiato, è stato necessario adattare le metodologie esistenti per poter valutare gli aspetti peculiari dell'unità funzionale considerata.

Analisi d'inventario in base alla categoria di stakeholder a maggior impatto (*Social Inventory*)

Nell'analisi di inventario sono state prese in considerazione le sotto-categorie relative allo *stakeholder* individuato come "categoria a maggior impatto" (Grießhammer R., 2006).

Nello studio delle sotto-categorie di impatto relative alla Comunità Locale sono state escluse le categorie "condizioni di vita sicure e salutari", "rispetto dei diritti degli indigeni" e la categoria "condizioni di vita sicure" previste dalla Linea Guida UNEP-SETAC in quanto ritenute non appropriate in relazione alle caratteristiche dell'ambiente e del territorio in cui viene svolta l'attività.

Comunità Locale sotto-categorie	**Variabili considerate**	**Impatto**	**Incidenza del valore individuato**
Accesso a risorse materiali	Considerazione parziale	Positivo	Fornitori fidelizzati
Accesso a risorse immateriali	Considerazione parziale	Positivo	Fornitori fidelizzati
Migrazione e delocalizzazione	Considerazione parziale	Negativo	Alto tasso di migrazione nella zona geografica di riferimento e delocalizzazione produttiva
Eredità culturale	**Si**	**Negativo**	**Alta concentrazione di patrimonio culturale e artistico, non sempre valorizzato nella zona geografica di riferimento**
Condizioni di vita sicure e salutari	No	-	-
Rispetto dei diritti degli indigeni	No	-	-
Coinvolgimento della Comunità	**Si**	**Negativo**	**Basso impegno verso le iniziative territoriali, iniziative delle pubbliche amministrazioni per la valorizzazione del B&B**
Occupazione Locale	**Si**	**Positivo**	**Alto tasso di disoccupazione**
Condizioni di vita	No	-	-

(Tab. 2 - Individuazione dei parametri di valutazione della categoria Comunità Locale)

Dai dati secondari generali sull'ambiente, dedotti dalle principali banche dati pubbliche, le tre variabili non risultano essere rilevanti ai fini dell'analisi. Le categorie di impatto relative al reperimento delle risorse (materiali e immateriali) e la categoria "migrazione e delocalizzazione" sono state prese in considerazione solo parzialmente, in quanto, essendo le strutture B&B di ridotte dimensioni difficilmente esse sono in grado di influenzare il sistema circostante autonomamente.

Considerazioni opposte, invece, possono essere tratte se le strutture di B&B vengono valutate come insieme di strutture della stessa categoria di servizio. Variabili ritenute a maggior impatto sono invece le categorie "Eredità culturale", "Coinvolgimento della Comunità" e "Occupazione Locale" perché possono essere direttamente influenzate dalla singola struttura ricettiva.

Analisi degli *hotspot* e interpretazione dei risultati

Dalle indicazioni emerse dalle interviste è stata rilevata, dal lato dell'offerta, una composizione demografica della struttura ben precisa e perfettamente congruente con i dati nazionali di settore. Nella struttura presa in analisi infatti, la proprietà e la gestione dell'attività è affidata interamente a figure professionali femminili con un livello di istruzione medio alto (diploma di istruzione superiore)

indipendentemente dalle mansioni all'interno della struttura. La conoscenza delle lingue straniere si rileva abbastanza scarsa, con una lingua straniera conosciuta (l'inglese) a livelli medi. Tutti questi fattori contribuiscono alla valutazione positiva della categoria di impatto "Occupazione Locale".
Le strutture ricettive delle zone ad alto tasso di disoccupazione contribuiscono a riequilibrare le variabili economiche e rappresentano un mezzo di sostentamento in quanto impiegano risorse prima di allora disoccupate, nella maggior parte dei casi.
Dato rilevante ai fini dell'impatto sulla comunità locale è che all'interno della struttura collabora interamente personale che in precedenza alla gestione della struttura risultava in assenza di occupazione stabile. La motivazione economica rappresenta, dunque, la spinta principale ad intraprendere questa tipologia di attività.
L'edificio che ospita la struttura è una residenza indipendente, circostanza che consente alla gestione di monitorare e impiegare misure a sostegno della sostenibilità, in particolar modo attraverso la razionalizzazione dell'uso della risorsa idrica, l'utilizzo di fonti energetiche combinate (sono presenti pannelli fotovoltaici che sostengono circa il 40% del carico energetico globale, in particolare per l'illuminazione esterna alla struttura) ed infine per l'autonomia degli impianti di riscaldamento che, nel periodo della stagione invernale, sono attivi solo nelle stanze realmente utilizzate.
Per quanto concerne le attività di promozione e comunicazione, la struttura risulta invece carente, non partecipando di fatto a nessuna iniziativa di *networking* né essendo presente sui diversi canali di intermediazione. L'unico mezzo effettivo di promozione e comunicazione è, di fatto, il passaparola, anche a causa della particolare tipologia di clientela ospitata.
Le tariffe del settore per la regione di appartenenza oscillano tra un minimo di €13,00 ad un massimo di € 100,00. Nella struttura di riferimento il prezzo medio è di 35,00/notte, con una media di 30 pernottamenti al mese. Analizzando in dettaglio le variabili prese in considerazione dal modello si hanno (vedi tabella 2) risultati complessivamente negativi su due delle categorie di impatto prese in considerazione.
Per la variabile Eredità culturale la valutazione negativa è stata attribuita proprio per la mancanza di adesione ai network e alla mancanza di collaborazione con organizzazioni culturali ed artistiche. Ciò non consente la promozione e la valorizzazione del territorio. Questa valutazione è ulteriormente rafforzata dalla seconda categoria presa in considerazione, anch'essa con valutazione negativa a testimonianza dello scarso impegno verso le iniziative territoriali.
In estrema sintesi gli *hotspot* della struttura risultano essere proprio le due sotto-categorie di impatto con valutazione negativa.

Conclusioni

I tre pilastri della sostenibilità comprendono gli aspetti ambientali, economici e sociali. Prendendo in analisi un prodotto/servizio, l'analisi del ciclo di vita è lo strumento più completo per la valutazione degli impatti poiché prende in considerazione ogni singola fase dell'attività. La valutazione degli impatti sociali di un prodotto/servizio attraverso la valutazione del ciclo di vita, essendo ancora in una fase iniziale di diffusione, manca di alcuni indicatori propriamente quantitativi e soprattutto di una molteplicità di prodotti o servizi analizzati da poter prendere come riferimento.
Le complicazioni centrali sembrano essere rappresentate dalla difficoltà di mettere in relazione gli indicatori sociali con l'unità funzionale del sistema/prodotto per rendere gli indicatori stessi gestibili ed interpretabili. Proprio per questo motivo, al momento, gli approcci qualitativi e semi-quantitativi utilizzati risentono della mancanza di indicatori quantitativi ben definiti.
Questo tuttavia non significa che il modello non sia efficace. La validità della struttura del modello è stata ampiamente dimostrata in letteratura nonché dalle analisi empiriche svolte su prodotti specifici.
In particolare, l'applicazione della SLCA ad una struttura ricettiva ha sottolineato l'importanza delle relazioni che devono intercorrere tra le strutture che svolgono questa tipologia di attività e la comunità locale globalmente intesa, con particolare riferimento alle strutture amministrative locali e alle reti di settore.
Infine l'importanza di questa tipologia di relazione è rafforzata dalle esigenze del cliente che si profila come un utente alla ricerca di un'esperienza dal clima familiare e attratto dalle caratteristiche locali.

Bibliografia

Arcese G., Martucci O., "Gestione del Rischio e Sostenibilità Globale: un tentativo di integrazione tra strumenti di Risk Management e Social Life Cycle Assessment", in Ecomondo, Atti dei seminari a cura di Morselli Luciano, Maggioli Editore, Rimini, 2010

Benoît C., Norris G., Valdivia S., Ciroth A., Moberg Å., Bos U., Prakash S., Ugaya C., Beck T., "The guidelines for social life cycle assessment of products: just in time!", The International Journal of Life Cycle Assessment, 15(2), 156-163. Springer, Berlino, 2010
Dreyer L.C., Hauschild M.Z., Schierbeck J., "A Framework for Social Life Cycle Impact Assessment", The International Journal of Life Cycle Assessment, 11(2), 88-97, 2006
Gauthier C., "Measuring Corporate Social and Environmental Performance: The Extended Life-Cycle Assessment", Journal of Business Ethics, 59(1–2), 199–206, 2005
Hunkeler D., "Societal LCA methodology and case study", The International Journal of Life Cycle Assessment, 11(6), 371-382, 2006
Grießhammer R., Benoît C., Dreyer L.C., Flysjö A., Manhart A., Mazijn B., Méthot A., Weidema B., " Feasibility Study: Integration of social aspects into LCA", Gent University Paper, Gent, 2006
Hauschild M.Z., Dreyer L.C., Jørgensen, A., "Assessing social impacts in a life cycle perspective - Lessons learned", CIRP Annals - Manufacturing Technology, (57)1, 21-24, 2008
Jørgensen A., Finkbeiner M., Jørgensen M.S., Hauschild M.Z., "Defining the baseline in social life cycle assessment", The International Journal of Life Cycle Assessment, (15)4, 376-384, Springer, Berlin / Heidelberg, 2010
Jørgensen A., Hauschild M.Z., Jørgensen M.S., Wangel A., "Relevance and feasibility of social life cycle assessment from a company perspective", The International Journal of Life Cycle Assessment, (14)3, 204-214, 2009
Jørgensen A., Le Bocq A., Nazarkina L., Hauschild M.Z., "Methodologies for social life cycle assessment", The International Journal of Life Cycle Assessment, 13(2), 96–103, 2008
Kloepffer W., "Life Cycle Assessment of Products", The International Journal of Life Cycle Assessment, 13(2), 89-95, 2008.
Kruse S.A., Flysjö A., Kasperszyk N., Scholz A.J., "Socioeconomic indicators as a complement to life cycle assessment – an application to salmon production systems", The International Journal of Life Cycle Assessment, 14(1), 8-18, 2008.
Parent J., Cucuzzella C., Revéret J.P., "Impact assessment in SLCA: sorting the sLCA methods according to their outcomes", The International Journal of Life Cycle Assessment, 15, 164–171, 2010
Petti L., Campanella P., "The social LCA: the state of art of an evolving methodology", 2009, The Annals of The "Ştefan cel Mare" University of Suceava. Fascicle of The Faculty of Economics and Public Administration, 9(2), 2010
Reitinger C., Dumke M., Barosevcic M., Hillerbrand R., "A conceptual framework for impact assessment within SLCA", The International Journal of Life Cycle Assessment , 16(4), 380-388, 2011
The natural Step, Sustainabiity Life Cycle Analysis, www.thenaturalstep.org.
Traverso M., Finkbeiner M., "Life Cycle Sustaibanility Dashboard", Atti del convegno LCM Conference, Berlino, 2009.
UNEP, "Guidelines for social life cycle assessment of products", United Nations Environment Program, Paris SETAC Life Cycle Initiative United Nations Environment Programme, Parigi, 2009
Weidema B.P., "The integration of Economic and Social Aspects in Life Cycle Impact Assessment", The International Journal of Life Cycle Assessment, 11(1 - Special Issue), 89–96, 2006
Weidema B.P., "ISO 14044 also Applies to Social LCA, The International Journal of Life Cycle Assessment, 10(6), 381-389, 2005

Summary

SOCIAL LIFE CYCLE ASSESSMENT AND TOURISM: APPLICATION TO AN ACCOMODATION FACILITY

The attention towards social and environmental issues for the creation of sustainable development patterns increases the value of a company in terms of image and credibility with customers and business partners. Sustainability is therefore an important factor for competitiveness and integration within the local community.

Social life cycle assessment is one of the cornerstones of product sustainability. It focuses on studying the social impacts of life cycles but, as this is a relatively new analysis approach, no globally shared application tools have been developed yet. Because of their particular service features, touristic activities are well suited for the elaboration of data related to social sustainability.

The aim of this study has been the analysis of the social impact of an accommodation facility, through the association of existing Social Life Cycle Assessment tools with data resulting from social accounting and business management tools, to assess the life cycle and social impact of the activities of the facility. The ultimate goal has been to point out the criticalities of the organization and assess its social impact.

CARATTERISTICHE MERCEOLOGICHE E RADIOMETRICHE DEL PELLET IN IMPORTAZIONE

MASSIMO CALABRESE(*), MATTEO QUARANTOTTO(*),
CHIARA CANTALUPPI(**), ANDREA FASSON(**)
* Dipartimento di Ingegneria Industriale e dell'Informazione, Università degli Studi di Trieste
Via Alfonso Valerio 6, 34127
e-mail: massimo.calabrese@econunits.it
**Istituto di Chimica Inorganica e delle Superfici ICIS – CNR C.so Stati Uniti 4 – 35127 Padova.

Riassunto
Il problema della contaminazione da radiocesio del pellet per combustione in importazione, è stato segnalato in Italia a partire dal giugno 2009. Da allora campionamenti ed analisi sono stati eseguiti, su richiesta degli uffici delle Dogane e di Sanità di confine anche ai valichi delle provincie di Trieste e Gorizia. In questo lavoro vengono esposti i risultati delle analisi relative a 50 campionamenti eseguiti nel periodo agosto 2010 – maggio 2011, che hanno riguardato complessivamente oltre 1000 tonnellate di prodotto di varie origini, importato dall'Est Europa e dai Balcani.

Introduzione
Attualmente il pellet di legno (conglomerato) rappresenta una delle biomasse più utilizzate. Esso viene ottenuto attraverso delle semplici lavorazioni meccaniche, sottoponendo ad alte pressioni la segatura del legno finemente lavorata. Il materiale viene contemporaneamente fatto passare attraverso una filatrice con fori di dimensioni che vanno dai 6 ai 12 millimetri ed il calore sprigionato durante queste fasi di lavorazione, attiva l'effetto legante della lignina naturalmente presente nel legno, che determinerà poi la compattezza e la caratteristica forma a cilindro del prodotto finito.
Il pellet costituisce una valida alternativa ai tradizionali combustibili da riscaldamento: è facilmente reperibile, pratico da trasportare, ecologico, economico e sicuro. Viene solitamente confezionato in sacchi da 15 Kg, di minimo ingombro e che ne agevolano il trasporto. La qualità principale del pellet è data dalla sua elevata resa termica (superiore all'80%) e dal suo bassissimo residuo finale di ceneri (0,58%).

Tab. 1 Principali caratteristiche tecniche del pellet (www.pelletitalia.org/produzione_vendita_pellet.htm)

DIAMETRO	6 ÷ 12 mm
LUNGHEZZA	15 ÷ 50 mm
DENSITA'	1150 ÷ 1400 kg/m3
UMIDITA'	8 ÷ 12 %
POTENZA RESA	4,7 ÷ 5,5 kWh/kg
RESIDUI DI CENERE	0,3 ÷ 0,6 %

La richiesta del prodotto è andata costantemente aumentando negli ultimi anni e questo ha naturalmente portato a dei sensibili riflessi sul mercato. Infatti il prezzo del pellet è aumentato notevolmente, pur rimanendo conveniente rispetto a quello dei tradizionali combustibili fossili. Sul mercato, da sempre dominato da paesi come il Canada, la Svizzera, la Svezia, la Germania e l'Austria, sono apparsi nuovi produttori e commercianti e pellets di differenti varietà e qualità.
La resa calorica, dipende dalla qualità del legno utilizzato per produzione. In generale si può dire che il pellet migliore è quello ottenuto dal legno vergine di Faggio e Abete; deve avere un colore chiaro o "bianco", riportare sulle confezioni le etichette in cui sono elencate le caratteristiche del prodotto (potere calorico, luogo di

provenienza, ecc...) e riportate sulle confezioni le varie certificazioni di qualità secondo le normative internazionali come la DIN 51731 o la O-NORM M7135. Inoltre deve avere forma e misure regolari corrispondenti a quelle indicate sulle confezioni, non ci devono essere eccessivi residui di segatura e deve essere liscio, compatto e lucido.

Fig.1 Vari tipi di pellet

Tab.2 Confronto (costi/resa) tra combustibili da riscaldamento
(www.**pellet**italia.org/produzione_prezzo_vendita_**pellet**.htm)

COMBUSTIBILE		GASOLIO	METANO	PELLET
Potenza resa	kW/Kg kW/lt	11,9	10	5,1
Prezzo Medio	€ Kg/lt	1,10	0,84	0,30
ResaTermica	%	90	80	87
Costo Medio m³	€	0,037	0,035	0,024
Costo x Abitazione Media	€	7,99	7,56	5,18

Naturalmente ci sono differenti pellet di buona qualità, anche se il materiale di colore più scuro va valutato con maggior attenzione. Al riguardo bisogna tenere conto che le stufe a pellet normalmente vengono tarate e regolate ipotizzando un loro utilizzo con i pellet più diffusi (quelli chiari di Faggio e Abete), utilizzando pellet diversi si potrebbero riscontrare dei malfunzionamenti e rese minori, per cui dovrebbe essere necessaria una apposita regolazione dei combustori .(www.soloderimportexport.com)
L'Italia rappresenta uno dei più grandi mercati per i sistemi di riscaldamento con il Pellet in Europa. Circa l'80% delle vendite riguarda stufe a pellet di media potenza utilizzate principalmente in singoli ambienti domestici. Il restante 20% riguarda invece sistemi di riscaldamento centralizzato come Termostufe, Termocaldaie e Termocamini.In Italia attualmente ci sono circa 400.000 stufe a pellet, utilizzate principalmente da famiglie del centro-nord del paese, mentre nel sud è stato registrato un forte aumento dei sistemi centralizzati. Nel 2006, il consumo di pellet in Italia è stato di circa 550.000 tonnellate, superiore addirittura a paesi come la Germania (450.000 tonnellate) e l'Austria (400.000 tonnellate) e rappresenta un mercato in continua e costante espansione. Tra i maggiori paesi produttori di pellet ricordiamo il Canada che nel 2006 ne ha prodotto circa 1,2 milioni di tonnellate di cui quasi 700,000 destinato al mercato europeo, la Svezia, la Germania, l'Austria, la Svizzera e i Paesi Baltici, mentre si stanno affacciando sul mercato alcuni paesi dell'Est, la Cina, il Brasile e il Sud-est asiatico. In generale comunque il pellet sarà sempre più prodotto da quei paesi che dispongono di grandi estensioni di terreni boscosi (Russia 880 milioni di ettari). In Italia attualmente non ci sono grossi produttori di

pellet, tranne qualche piccola realtà nel nord-est e nel centro del paese, e i prodotti sul mercato sono quasi esclusivamente di importazione. Al contrario l'Italia, sia per quantità che per qualità, è uno dei maggiori produttori di sistemi di riscaldamento con il Pellet come Termostufe, Termocaldaie e Termocamini . (www.**pellet**italia.org/produzione_prezzo_vendita_**pellet**.htm)

Tab.3 Produzione e consumo del Pellet nel Mondo
(www.**pellet**italia.org/produzione_prezzo_vendita_**pellet**.htm)

Regione		2006 Tonnellate	2010 Prospettiva
Europa	**Produzione**	4'400'000	8'400'000
	Consumo	4'950'000	12'800'000
Usa e Canada	**Produzione**	2'200'000	7'800'000
	Consumo	1'570'000	3'200'000
Asia e Am.Latina	**Produzione**	200'000	400'000
	Consumo	200'000	300'000
Totale Mondiale	**Produzione**	6'800'000	16'600'000
	Consumo	6'800'000	16'300'000

Norme nazionali di riferimento
In Italia attualmente non esiste una normativa ufficiale che tuteli i consumatori rispetto alla qualità del pellet quindi si fa riferimento alle normative più severe in materia di altri paesi.
I produttori nazionali, consorziati nell'associazione AIEL (Associazione Italiana Energie Agroforestali) hanno affidato la qualità del loro prodotto al marchio "Pellet Gold". Tale marchio di qualità è basato sulla normativa UNI/TS 11263:2007 (Biocombustibili solidi - Caratterizzazione del pellet a fini energetici), ed è per molti versi ancora più vincolante della norma a cui si ispira (AIEL, Allegato 3, Confartigianato del Veneto, 2009).
Infatti nel sistema "Pellet Gold" sono stati scelti parametri chimico-fisici e dendroenergetici molto restrittivi, cercando di elevare quanto più possibile la qualità. Ad esempio un elemento aggiuntivo introdotto da "Pellet Gold"e non presente in nessun altro sistema di certificazione, è il contenuto di formaldeide, fondamentale per poter verificare l'eventuale presenza di materiali in combustione potenzialmente pericolosi per la salute, quali colle e vernici.
Viene introdotto anche il limite di radioattività per il prodotto, riferito alla norma UNI 9890 1991, che in totale non deve superare il valore 6 Bq/kg (AIEL, Allegato 3).

La radiocontaminazione del pellet
Il problema della radiocontaminazione del pellet nasce in Italia nel giugno del 2009 sul prodotto in importazione, a seguito di una serie di analisi richieste da parte dei consumatori insoddisfatti delle caratteristiche del prodotto da loro acquistato. Il pellet della marca "*Naturkraft*," importato dalla Lituania venne trovato casualmente contaminato da Cesio-137, per questo motivo la Pretura della Repubblica di Aosta ne dispose il sequestro preventivo su tutto il territorio nazionale di una quantità di circa10.000 tonnellate.
In seguito a questo episodio varie iniziative sono state intraprese da diversi enti per valutare il reale pericolo per la salute della popolazione e per proporre eventuali limiti normativi per questo prodotto. In questo contesto sono stati disposti dall'Agenzia delle Dogane i controlli radiometrici sulle partite importate, similmente a quanto avviene per altri prodotti.
Va però osservato che il pellet, a differenza di altri prodotti, non è tuttora soggetto ad alcun limite dal punto di vista radiometrico, che non sia quello generico di esenzione dalla radioattività come qualsiasi altra sostanza (1 Bq/g per la concentrazione degli isotopi artificiali). Al disotto di tale generico limite qualsiasi materiale non può essere considerato radioattivo e pertanto potrebbe essere ammesso in libera pratica. Il problema però nasce dal fatto che il pellet è un combustibile che viene importato per essere usato come tale negli impianti di riscaldamento. La combustione provoca la concentrazione dei sali minerali, tra cui il cesio, approssimativamente di un fattore 100. Le ceneri che derivano dalla combustione del pellet, anche con un leggero grado di

contaminazione, potrebbero diventare effettivamente un materiale radioattivo secondo la definizione della normativa vigente (D.Lgs. 230/95 e successive modifiche ed integrazioni).
Dal punto di vista radiometrico, importare grandi quantità di pellet pur con un basso grado di contaminazione, significa in pratica accumulare e/o disperdere sul territorio quantità più piccole (di circa un centesimo) di residui 100 volte più radioattivi. Poiché in Italia vengono attualmente importate ogni anno circa 350.000 tonnellate del prodotto il dato ha portato a qualche preoccupazione sulla potenziale entità del problema.
Va notato tuttavia che il rischio sulla salute per la popolazione era stato valutato non significativo secondo le prime stime (ARPA Piemonte 2009). Infatti l'ARPA (Agenzia Regionale Per l'Ambiente) della regione Piemonte, poco dopo la manifestazione del fenomeno, aveva effettuato alcune stime in termini di dose(*) alla popolazione, giungendo alla conclusione che "*le stime di dose alla popolazione portano comunque a valori molto bassi,assai lontani dalla soglia di rilevanza radiologica"*, anche se gli stessi Autori si riservavano di aggiornare tale valutazione in base alla disponibilità di ulteriori dati. Ad una conclusione simile giungeva anche uno studio di poco successivo dell'Università di Pavia (Manera S., Dilani D. 2009).
Nel settembre 2009 si è giunti ad un parziale dissequestro della merce lituana della marca "*Natur Kraft*", con esclusione però della partita sequestrata proprio nella regione Valle d'Aosta. Inoltre da allora gli Uffici delle Dogane competenti, hanno continuato a richiedere per le partite importate certificati di conformità radiometrica che prevedono l'analisi per spettrometria gamma della merce al fine di verificare il tenore dell'eventuale contaminazione da radiocesio. Queste richieste sono state effettuate pur in mancanza di un valore limite per questo materiale.
La situazione sembra in parte dovuta alle perplessità dell'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) riconducibili all'effetto di accumulo del cesio nelle ceneri che potrebbero finire in maniera incontrollata nell'ambiente e nei prodotti alimentari. Considerando infatti le quantità di pellet importate in Italia, anche se ipoteticamente ad un livello di contaminazione di solo qualche Bq/kg, si avrebbe comunque l'introduzione sul territorio nazionale di alcune migliaia di MBq di cesio radioattivo all'anno. Questa quantità anche se diluita in una grande massa di materiale, può causare una notevole incertezza sulle dosi(*) che potrebbero eventualmente ricadere su gruppi particolari della popolazione in un futuro prossimo.
Il presente studio nasce quindi dall'esigenza di poter stimare più verosimilmente la quantità di radiocesio associata con l'importazione del pellet utilizzato come combustibile per riscaldamento.

(*)dose = grandezza radioprotezionistica che quantifica l'energia assorbita dall'organismo a seguito dell'esposizione alla radioattività; è utilizzata anche per stimare il rischio stocastico dell'insorgere di malattie nel tempo.

Materiali e metodi

Nel corso dell'attività di sorveglianza radiometrica a confine nelle zone doganali di Trieste e Gorizia, coordinata con le locali Agenzie delle Dogane, sono stati raccolti ed analizzati 50 campioni di pellet di legno nel periodo agosto 2010 – maggio 2011, provenienti ciascuno da singole partite di merci autotrasportate, come in tabella 4.
La determinazione dell'attività specifica riferita al ^{137} Cs e al ^{40} K è stata effettuata mediante spettrometria gamma sul campione non trattato, posto in geometria becker di Marinelli da 1000 ml, con il sistema ad alta risoluzione del laboratorio ICIS/CNR di Padova. Il sistema di analisi utilizza un detector al germanio intrinseco ad alta risoluzione. Il rivelatore presenta una geometria coassiale chiusa di tipo n a faccia aperta con finestra in Berillio; diametro 53.5 mm, lunghezza 53.0 mm, distanza rilevatore-finestra 5 mm, voltaggio di deplezione - 2500 V, voltaggio raccomandato - 4000 V.

Tab.4 TS = Trieste, Porto Industriale,- Autoporto di Fernetti , Monrupino, Trieste.
GO = Autoporto di S:Andrea, Gorizia; Mn = Porto di Monfalcone

n	data	origine	Quantità(t)	^{137}Cs (Bq/kg)	^{40}K (Bq/kg)	dogana
1.	17/08/10	Croazia	24,150	5,4	53,3	GO
2.	17/08/10	Croazia	24,882	0,6	16,3	GO
3.	23/08/10	Croazia	24,625	6,5	37,8	GO
4.	03/09/10	Croazia	24,150	2,5	31,7	GO
5.	28/09/10	Croazia	25,200	3,7	16,2	TS
6.	29/09/10	Croazia	25,200	< 0,5	53,2	TS
7.	06/10/10	Croazia	24,400	< 0,5	10,1	TS
8.	08/10/10	Croazia	24,495	3,5	28,6	Mn
9.	12/10/10	Serbia	24,500	4,3	22,4	GO
10.	12/10/10	Croazia	25,200	2,4	13,2	TS
11.	14/10/10	Croazia	25,200	2,5	53,5	TS
12.	28/10/10	Croazia	25,200	< 0,5	46,0	TS
13.	29/10/10	Bosnia	24,360	0,7	13,1	TS
14.	04/11/10	Bosnia	24,600	3,9	25,5	TS
15.	04/11/10	Russia	22.000	39,5	34,8	GO
16.	05/11/10	Croazia	25,200	2,5	10,0	GO
17.	11/11/10	Croazia	16,600	2,8	7,0	GO
18.	15/11/10	Bosnia	24,600	5,5	22,4	TS
19.	15/11/10	Serbia	24,500	9,9	19,3	GO
20.	25/11/10	Bosnia	24,600	5,5	31,7	TS
21.	30/11/10	Croazia	25,880	7,9	68,7	GO
22.	09/12/10	Croazia	25,200	4,2	13,2	GO
23.	13/12/10	Croazia	24,720	3,6	44,0	GO
24.	14/12/10	Croazia	25,200	6,7	37,8-	TS
25.	16/12/10	Serbia	24,500	0,7	47,1	GO
26.	17/12/10	Croazia	22,950	2,5	6,9	GO
27.	22/12/10	Bosnia	24,360	3,4	37,7	TS
28.	23/12/10	Croazia	22,400	5,5	53,3	GO
29.	10/01/11	Croazia	25,200	4,3	40,9	TS
30.	13/01/11	Croazia	23,058	5,0	71,8	Mn
31.	13/01/11	Croazia	23,600	7,0	0,8	TS
32.	19/01/11	Ucraina	22,000	110	34,8	GO
33.	27/01/11	Croazia	25,200	2,5	50,2	Mn
34.	27/01/11	Croazia	23,600	4,4	53,4	TS
35.	27/01/11	Croazia	23,600	3,7	47,1	TS
36.	28/01/11	Bosnia	24,480	5,8	50,2	TS
37.	04/02/11	Bosnia	24,480	9,0	43,5	TS
38.	07/02/11	Ucraina	20,650	< 0,5	71,6	TS
39.	10/02/11	Croazia	24,495	4,5	42,1	Mn
40.	12/02/11	Ucraina	19,800	0,6	49,3	TS
41.	15/02/11	Croazia	25,200	0,6	47,0	Mn
42.	17/02/11	Croazia	23,058	4,2	44,0	Mn
43.	24/02/11	Bosnia	24,360	8,7	39,0	TS
44.	14/03/11	Croazia	24,030	1,7	28,6	Mn
45.	25/03/11	Croazia	23,935	3,2	25,5	Mn
46.	28/03/11	Bosnia	24,000	2,5	24,0	Mn
47.	26/04/11	Bosnia	24,000	8,3	45,7	Mn
48.	06/05/11	Croazia	25,200	3,7	39,0	Mn
49.	11/05/11	Bosnia	24,360	6,5	44,4	TS
50.	23/05/11	Croazia	24,350	5,5	31,7	Mn

Risultati e discussioni

Dei 50 campioni analizzati nel periodo da agosto 2010 a maggio 2011, soltanto quelli relativi a due carichi provenienti dalla Russia e dall'Ucraina, superano il valore di 10 Bq/kg, peraltro abbondantemente, con rispettivamente 39,5 e 110 Bq/kg. Il valore di 10 Bq/kg potrebbe essere considerato come un teorico valore limite., considerando che un fattore di accumulo prodotto / ceneri di circa 100 porterebbe ad una concentrazione nelle ceneri maggiore di 1 Bq/g.
Totale pellet importato 1202 tons;
Media ^{137}Cesio 6,8 Bq/kg;
Media ^{40}Potassio 29,6 Bq/kg;
Quantità teorica di cesio importata = 8,17 MBq

Come si osserva la quantità di radiocesio, involontariamente importato risulta molto contenuta, tuttavia alcune considerazioni appaiono opportune.

- Il limite di 6 Bq/kg, riportato come indice di qualità nel regolamento AIEL e riferito al contenuto di radioattività senza ulteriori specificazioni appare privo di senso, alla luce dei valori di potassio-40, presente naturalmente nel legno, misurati. Tale limite andrebbe riferito piuttosto o al contenuto di radioattività artificiale, secondo una distinzione ben presente anche nell'attuale legislazione, o più esattamente dovrebbe riguardare il contenuto del solo radiocesio.
- Considerando la qualità del pellet, anche in relazione alla salubrità dello stesso da un punto di vista radiometrico, va sottolineato come sarebbe importante evitare l'importazione di pellet prodotto utilizzando la corteccia degli alberi che è il distretto della pianta responsabile della bioaccumulazione di sali minerali e metalli (Brambilla et Al.2003). Un segnale di tale utilizzo può essere dato dal colore bruno scuro del prodotto; per cui anche sotto questo aspetto sarebbe preferibile utilizzare pellet di colore chiaro.
- Per quanto riguarda infine il problema della dose alla popolazione o a gruppi particolari, si può osservare che seppure i valori di radiocesio appaiano generalmente piuttosto bassi, specialmente se paragonati con quelli naturali di potassio-40, si possono verificare dei singoli casi in cui la contaminazione può risultare elevata. Questo fatto, assieme alla considerazione che l'accumulo nelle ceneri potrebbe interessare anche la catena alimentare, può giustificare, a nostro avviso, il mantenimento dell'attuale regime di controlli. Sarebbe al proposito auspicabile la rapida emanazione di uno specifico limite normativo per questo prodotto.

Bibliografia

- AIEL – Associazione Italiana per le Energie Agroforestali - Allegato 3 al "Regolamento Generale relativo alle Regole Particolari per l'Attestazione di Qualità – Pellet Gold" pp. 5-6.
- ARPA Piemonte – CENTRO REGIONALE PER LE RADIAZIONI IONIZZANTI E NON IONIZZANTI - Struttura Semplice 21.01 – Reti di monitoraggio, sviluppo e ricerca -Relazione tecnica n° 406/IR del 16/06/2009.
- Brambilla M.; Fortunati P.; Carini F. (2003). Modello concettuale dinamico per lo studio del trasferimento di radiocesio dal terreno alle piante d'interesse agrario. Atti del Convegno annuale La conservazione della risorsa suolo. Piacenza, 8-10 giugno 2002. Bollettino della Società Italiana della Scienza del Suolo, Vol. 52, No. 1-2, pp. 343-352
- Comunicato Stampa Confartigianato del Veneto 16-06-2009
- Sergio Manera, Dante Dilani "*Pellet* radioattivo Indagine radiometrica e considerazioni di radioprotezione" Università degli Studi di Pavia – Revisione 2 -15 luglio 2009.
- www.**pellet**italia.org/produzione_prezzo_vendita_**pellet**.htm
- www.soloderimportexport.com

Summary

COMMODITY CHARACTERS AND RADIOACTIVE CONTAMINATION OF IMPORTED WOOD PELLET

The problem of radio cesium contamination of the import pellet for burning has been reported in Italy since June 2009. Since then, sampling and analysis were performed on request of the Health and Customs Border Bureau at the crossing points also in the provinces of Trieste and Gorizia. This paper presents the results of the tests on 50 samples conducted from August 2010 - May 2011, which covered a total of over 1,000 tons of products of various origins, imported from Eastern Europe and the Balkans.

IL SISTEMA DI CONTROLLO DELLA TRACCIABILITÀ DEI RIFIUTI (SISTRI)

GRAZIA CALABRÒ[*], MASSIMO GARUFI[*], ALESSANDRO FAZIO[**]
[*]Università degli Studi di Messina, Dipartimento di Studi e Ricerche Economico-Aziendali ed Ambientali - Sez RIAM, Piazza Pugliatti
[**]Università degli Studi di Bari, Dipartimento di Scienze geografiche e merceologiche, Via C. Rosalba 53 Bari, e-mail: afazio@unime.it.

Riassunto
Il Sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti (SISTRI) nasce, nel dicembre del 2009, su iniziativa del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, come strumento di innovazione e di modernizzazione della Pubblica Amministrazione per informatizzare e controllare in modo puntuale l'intera filiera dei rifiuti speciali a livello nazionale e dei rifiuti urbani per la Regione Campania.
Il SISTRI prevede una gestione informatica degli adempimenti ambientali, assicurando numerosi vantaggi agli Operatori coinvolti e consentendo un inserimento più rapido dei dati. Con questo strumento saranno ridotti i costi e gli errori che vengono commessi nella compilazione cartacea del Formulario di Identificazione dei Rifiuti, del Registro di carico e scarico e del Modello unico di dichiarazione ambientale (MUD).
Nel presente lavoro vengono analizzati gli elementi innovativi introdotti dal nuovo Sistema di Controllo della Tracciabilità dei Rifiuti (SISTRI).

Introduzione
Lo smaltimento dei rifiuti speciali e pericolosi ha alimentato, negli anni, il lucroso business dell'"ecomafia", causando ingenti problemi ambientali. La mancata gestione dello smaltimento secondo le norme, in regime di sicurezza ambientale e sanitaria, ha determinato la necessità di una bonifica del territorio, che presuppone una peculiare azione di "monitoraggio qualitativo e quantitativo dei rifiuti totali", per individuare gli indicatori chiave e le informazioni necessarie ad interventi mirati.
L'Italia è l'unico paese in Europa ad aver introdotto il reato di organizzazione di traffico illecito di rifiuti, consentendo di raggiungere risultati straordinari nell'azione repressiva ma, allo stesso tempo, è rimasto uno dei pochi a non aver previsto nel codice penale i delitti contro l'ambiente (Rapporto Ecomafia 2010).
Il 45,4% dei reati ambientali, secondo il Rapporto Ecomafia 2010, si concentra nelle seguenti quattro regioni: Campania, Calabria, Puglia e Sicilia. I reati possono avvenire in ogni fase del ciclo di vita del rifiuto: produzione, trasporto e smaltimento e, frequentemente, si basano sulla falsificazione della classificazione del rifiuto nei documenti di accompagnamento, nei quali l'azienda può dichiarare il falso sulla quantità o sulla tipologia di rifiuti da smaltire, con l'obiettivo di modificarne la destinazione o, addirittura, di occultarli, o di affidare l'operazione di smaltimento ad imprese compiacenti che, per ridurre i costi e ampliare i profitti, ricorrono a metodi illeciti.
L'Italia è anche il crocevia di traffici internazionali di rifiuti pericolosi e di scorie radioattive destinati a raggiungere paesi dell'Africa o dell'Asia. (Calabro G. e Contri M. 2007)
Per contrastare il traffico illecito dei rifiuti che devastano l'ambiente e minano la salute e che hanno creato in alcuni casi autentiche emergenze sociali, come nella Regione Campania, è stato istituito con Decreto Ministeriale del 17 dicembre 2009 il Sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti (SISTRI), la cui gestione è stata affidata al Comando Carabinieri per la Tutela dell'Ambiente. Di supporto all'utilizzo del SISTRI è stato elaborato il "Manuale d'uso", che sarà, nel tempo, oggetto di ulteriori modifiche ed integrazioni, in conseguenza dell'attività di sperimentazione, di test e segnalazioni che perverranno da parte dei soggetti coinvolti nel processo di verifica.
Con l'introduzione del SISTRI, l'Italia è il primo paese dell'UE ad aver attivato una vigilanza avanzata e un controllo sul ciclo di vita dei rifiuti (Giannetti V. e Testani E., 2010) che si propone di garantire molteplici vantaggi in termini di legalità, prevenzione, trasparenza ed ecoefficienza (Parodi C. 2011).
Il carattere innovativo del Sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti (SISTRI) risiede non solo nell'uso di strumenti informatici e telematici per adempiere ai tradizionali obblighi di documentazione della

produzione, del trasporto e del recupero o dello smaltimento dei rifiuti, ma, soprattutto, nel fatto che tale scelta può dare assicurazioni sulla regolare esecuzione della gestione dei rifiuti (Pipere P. e Maglia S., 2010). La gestione dei rifiuti con il SISTRI rappresenta, per le imprese che operano nel rispetto delle regole, una grande opportunità in termini di ecoefficienza e di mercato.

Il Sistema SISTRI

Uno degli importanti aspetti nella corretta gestione dei rifiuti, che da tempo impegna il Parlamento Europeo e gli Stati Membri in attività normative per mettere in atto azioni condivise a tutela del mondo in cui viviamo, è rappresentato dall'attento controllo della tracciabilità dei rifiuti.

In tale ottica, si collocano numerosi provvedimenti normativi tra cui:

- il D. Lgs. 152/2006 che, muovendo dalle Direttive europee, con particolare riferimento alla Direttiva 2003/35/CE, detta precise norme in materia ambientale; esso, all'art. 189, puntualizza la funzione del "Catasto dei Rifiuti", istituito dall'art. 3 del D.L. 09/09/1988 N.397, convertito dalla Legge N.475/1988 che è regolamentato da norme emanate dal Ministro dell'Ambiente e della Tutela del territorio di concerto con il Ministro delle attività produttive. Il Catasto, che si articola in una sezione nazionale ISPRA (ex APAT) ed in sezioni regionali, "*assicura un quadro conoscitivo completo e costantemente aggiornato….delle attività di gestione dei rifiuti, dei dati raccolti ai sensi della L. 70/1994, utilizzando la nomenclatura prevista dal Catalogo europeo dei rifiuti*";
- la Legge Finanziaria N. 296/2006, che, all'art. 1 comma 1116, individua la necessità della realizzazione di un sistema integrato al fine di controllare la tracciabilità dei rifiuti, sia per motivi di sicurezza nazionale, sia per prevenire e reprimere fenomeni di criminalità organizzata, legati alle cosiddette ecomafie, che hanno fatto dello smaltimento illecito dei rifiuti una fonte di guadagno e di riciclaggio di denaro;
- il D.Lgs. N.4/2008, che, all'art. 2 comma 24, fa obbligo ad alcune categorie di soggetti di installare e utilizzare apparecchiature elettroniche per la raccolta di informazioni su produzione, detenzione, trasporto, recupero e smaltimento dei rifiuti;
- la Direttiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio relativa alla gestione dei rifiuti che, abrogando alcune direttive, definisce precise misure per la prevenzione dei rifiuti, tenendo conto del loro ciclo di vita. La Direttiva , che prevede anche l'adozione di un sistema di tracciabilità dalla produzione alla destinazione finale, stabilisce, tra l'altro, che gli Stati membri eroghino sanzioni efficaci, proporzionate e dissuasive a quanti, responsabili dei rifiuti, siano essi produttori, detentori, intermediari, commercianti, addetti alla raccolta e al trasporto dei rifiuti, enti o imprese che effettuano operazioni di trattamento dei rifiuti, violino le disposizioni in essa contenute (art.36). In tale ottica, vanno letti gli artt. 34 e 35, Capo IV della Direttiva, in cui si stabilisce che "gli enti e le imprese che effettuano operazioni di trattamento dei rifiuti……o raccolgono e trasformano i rifiuti….." sono soggetti ad ispezioni periodiche, da parte delle autorità competenti, la cui "frequenza ed intensità" può essere registrata "nel sistema comunitario di ecogestione e audit (EMAS)" (art. 34 comma 3); e che "le imprese e gli enti tengano un registro cronologico in cui trascrivere la quantità, la natura e l'origine dei rifiuti, la destinazione, la frequenza di raccolta, il mezzo di trasporto e il metodo di trattamento previsto" (art.35);
- la Legge 3 agosto 2009 N. 102, che all'art. 14-bis, prevede che il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare provveda, con appositi decreti, ad istituire un sistema informatico di controllo della tracciabilità dei rifiuti;
- il Decreto Ministeriale del 17 Dicembre 2009, che istituisce "il sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti (SISTRI). I 12 articoli che lo compongono definiscono:
  -le modalità di attivazione del SISTRI, tenendo conto delle tipologie delle attività coinvolte;
  -la data di operatività del sistema;
  -le informazioni da fornire agli utenti;
  -le modalità di fornitura e di aggiornamento dei dati ed elaborazioni degli stessi;
  -le modalità di trasmissione delle informazioni alle autorità di controllo;
  -le misure idonee per il monitoraggio del sistema e per la partecipazione dei rappresentanti delle categorie interessate al medesimo monitoraggio;
  -le modalità di interconnessione ed interoperabilità con gli altri sistemi informativi;
- il Decreto del Ministero dell'Ambiente n 52 del 18/02/2011 con cui è stato adottato il Regolamento recante l'istituzione del sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti (SISTRI), che riunifica e riordina in un unico testo, senza innovare, i cinque decreti in precedenza emanati sull'argomento (17

Dicembre 2009, 15 Febbraio 2010, 9 Luglio 2010, 28 Settembre 2010, 22 Dicembre 2010), eliminando le norme che erano ancorate a precisi termini temporali ormai superati ed introducendone di nuovi per consentire ai destinatari di acquisire maggiore familiarità con il sistema. In particolare, il DM 52/2011 indica l'11 maggio 2011 come data di entrata in vigore del Testo Unico, ad eccezione delle proroghe intervenute per l'avvio operativo del sistema fissato al 1 giugno 2011 e per la trasmissione dei dati di quanto prodotto e smaltito o recuperato nel 2010 e nel 2011, da effettuarsi rispettivamente entro il 30 aprile ed il 31 dicembre 2011 ed introduce alcune modifiche spostando, ad esempio, dal 31 gennaio al 30 aprile il temine entro il quale è possibile versare il contributo annuo.

Emerge dalla normativa indicata in precedenza lo sforzo di perseguire l'obiettivo pressante di creare un sistema di protezione e di tutela dell'ambiente e della salute pubblica, attraverso il controllo della tracciabilità dei rifiuti,che permette di individuare i responsabili dei rifiuti e di perseguirli in caso di trasgressione o di violazione delle norme.

Al SISTRI possono aderire due categorie di soggetti: quelli obbligati e quelli con iscrizione facoltativa.

I soggetti con iscrizione obbligata (art 3) sono:

- le imprese e gli enti produttori di rifiuti speciali pericolosi, ivi compresi quelli di cui all'articolo 212, comma 8, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e successive modificazioni;
- le imprese e gli enti produttori di rifiuti speciali non pericolosi di cui all'articolo 184, comma 3, lettere c), d) e g) del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e successive modificazioni, che hanno più di dieci dipendenti; le imprese e gli enti che effettuano operazioni di recupero o di smaltimento di rifiuti e che risultino produttori di rifiuti di cui all'articolo 184, comma 3, lettera g) del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e successive modificazioni, anche come produttori indipendentemente dal numero dei dipendenti;
- le imprese e gli enti che effettuano operazioni di recupero o smaltimento di rifiuti;
- i commercianti e gli intermediari di rifiuti;
- i consorzi istituiti per il recupero o il riciclaggio di particolari tipologie di rifiuti che organizzano la gestione di tali rifiuti per conto dei consorziati;
- le imprese e gli enti che raccolgono o trasportano rifiuti speciali a titolo professionale; nel caso di trasporto navale, l'armatore o il noleggiatore che effettuano il trasporto o il raccomandatario marittimo di cui alla legge 4 aprile 1977, n. 135, delegato per gli adempimenti relativi al SISTRI dall'armatore o noleggiatore medesimo;
- nel caso di trasporto intermodale marittimo di rifiuti, il terminalista concessionario dell'area portuale di cui all'articolo 18 della legge 28 gennaio 1994, n. 84, e l'impresa portuale di cui all'articolo 16 della citata legge n. 84 del 1994, ai quali sono affidati i rifiuti in attesa dell'imbarco o allo sbarco, in attesa del successivo trasporto;
- nel caso di trasporto intermodale ferroviario di rifiuti, i responsabili degli uffici di gestione merci e gli operatori logistici presso le stazioni ferroviarie, gli interporti, gli impianti di terminalizzazione e gli scali merci ai quali sono affidati i rifiuti in attesa della presa in carico degli stessi da parte dell'impresa ferroviaria o dell'impresa che effettua il successivo trasporto;
- i Comuni, gli Enti e le Imprese che gestiscono i rifiuti urbani nel territorio della Regione Campania.

I soggetti con iscrizione facoltativa sono:

- le imprese e gli enti produttori di rifiuti speciali non pericolosi di cui all'articolo 184, comma 3, lettere c) e d), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e successive modificazioni che non hanno più di dieci dipendenti;
- le imprese e gli enti produttori di rifiuti speciali non pericolosi di cui all'articolo 184, comma 3, lettera g) del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e successive modificazioni, diversi dai soggetti già tenuti ad aderire in base all'articolo 3, comma 1, lettera b);
- le imprese e gli enti che raccolgono e trasportano i propri rifiuti speciali non pericolosi di cui all'articolo 212, comma 8, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e successive modificazioni;
- gli imprenditori agricoli di cui all'articolo 2135 del codice civile che producono rifiuti speciali non pericolosi;
- le imprese e gli enti produttori iniziali di rifiuti speciali non pericolosi derivanti da attività diverse da quelle di cui all'articolo 184, comma 3, lettere c) , d) e g) del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e successive modificazioni.

Per adoperare il sistema SISTRI, è indispensabile disporre di un Personal Computer dotato di porte USB, di una stampante e di connessione ad Internet (Pipere P. 2011) (Zalin M. 2011).

Il software SISTRI risiede integralmente su server remoti accessibili con una connessione internet in modo da essere indipendente dal sistema operativo dell'utente.
Ai soggetti che aderiranno al SISTRI verranno forniti in comodato d'uso:

- un dispositivo USB elettronico per l'accesso in sicurezza dalla propria postazione al sistema, per permettere la diffusione dei dati, per firmare elettronicamente le informazioni fornite e per memorizzarle sul dispositivo stesso;
- un dispositivo elettronico o sistema di bordo, detto *Black Box,* per i trasportatori di rifiuti speciali, da utilizzare in modo congiunto al dispositivo USB consegnato ed installato da officine autorizzate su ciascun veicolo per monitorare il percorso effettuato;
- delle apparecchiature di sorveglianza per monitorare l'ingresso e l'uscita degli automezzi dagli impianti di discarica, di incenerimento e dagli impianti di co-incenerimento destinati esclusivamente al recupero energetico dei rifiuti e ricadenti nel campo di applicazione del decreto legislativo 11 maggio 2005, n. 133;

Il dispositivo USB contiene fino ad un massimo di tre certificati elettronici associati alle persone fisiche delegate per le procedure di gestione dei rifiuti, per consentirne l'identificazione univoca e per la generazione delle loro firme elettroniche, ai sensi dell'art. 21 del d.lgs. 7 marzo 2005, n. 82.
Nel dispositivo USB sono contenuti: l'identificativo utente (UID); la password per l'accesso al sistema (PWD); la password di sblocco del dispositivo (PIN), chiamata anche "password principale"; il codice di sblocco personale (PUK) ed, inoltre, il programma di navigazione Internet o browser per accedere al SISTRI.
I delegati della sede legale o delle unità locali dei soggetti iscritti adoperano il dispositivo USB per accedere al SISTRI e per firmare le schede del Registro Cronologico e le Schede SISTRI Area Movimentazione.
Il Registro Cronologico sostituisce per gli iscritti al SISTRI il Registro di Carico e Scarico previsto dall'art. 190 del D. Lgs. 152/2006 ed è costituito dalle registrazioni cronologiche prodotte e firmate elettronicamente dal SISTRI.
I registri cronologici sono documenti informatici, dove riportare informazioni relative ai rifiuti prodotti entro dieci giorni lavorativi dalla produzione dei rifiuti stessi e comunque prima della loro movimentazione, che si trovano sul server del SISTRI e sono attribuiti dal sistema in base ai seguenti criteri:

- un registro per ogni unità locale o per ogni unità operativa iscritta al SISTRI per i produttori;
- un registro per la sede legale dell'impresa e, limitatamente alle imprese di trasporto di cui all'art. 212 comma 5 del D. Lgs. 152/06, uno per ogni unità locale iscritta al SISTRI per i trasportatori;
- un registro per ogni impianto o attività secondo le categorie d'iscrizione per i gestori;
- un registro per ogni attività iscritta nell'unita locale per altre categorie.

Gli utenti devono salvare una copia dei file del registro sul proprio computer per renderla disponibile all'autorità di controllo. Le registrazioni cronologiche una volta firmate non sono modificabili a meno di una specifica correzione che sostituisce il dato firmato.
La "Scheda SISTRI Area Movimentazione" è un documento informatico costituito da varie sezioni che vanno compilate a cura dei soggetti che intervengono nelle diverse fasi del ciclo di gestione dei rifiuti.
Tali soggetti, in caso di movimentazione di rifiuti pericolosi, sono obbligati a comunicare al SISTRI i dati del rifiuto almeno quattro ore prima che si effettui l'operazione di movimentazione, salvo giustificati motivi di emergenza che comunque devono essere indicati nelle annotazioni della Scheda SISTRI area registro cronologico.
Tutti i soggetti indicati nella scheda SISTRI, ad eccezione degli intermediari ed i consorzi, devono compilare e firmare elettronicamente, per mezzo del dispositivo USB, le proprie sezioni di competenza.
La scheda è costituita da tre distinte sezioni: scheda produttore, scheda trasporto e scheda destinatario.
La scheda "produttore" contiene le informazioni qualitative e quantitative del rifiuto, i dati anagrafici del produttore e i dati identificativi di tutti gli altri soggetti coinvolti nella movimentazione fisica del rifiuto.
La scheda "trasporto" contiene invece i dati anagrafici di tutti i soggetti coinvolti nel trasporto del rifiuto, le informazioni identificative del mezzo di trasporto e del percorso, nonché le date di presa in consegna e di fine processo. La scheda "destinatario" contiene i dati anagrafici del destinatario e l'esito della movimentazione con l'indicazione della quantità accettata.
La scheda SISTRI, firmata elettronicamente dal produttore e dal trasportatore, si stampa presso l'impianto del produttore, dopo aver inserito il dispositivo associato alla *Black Box*, con il quale viene segnalata al SISTRI la presa in carico da parte del conducente.
La copia cartacea così prodotta accompagna il trasporto dei rifiuti fino all'impianto di destinazione e sostituisce l'emissione del formulario identificativo del rifiuto.
I conducenti oltre all'USB devono dotarsi del sistema di bordo *Black Box* per interagire con il SISTRI, per segnalare la presa in carico dei rifiuti presso i produttori/detentori, per avviare il tracciamento del viaggio,

tramite inserimento nella *Black Box* e per segnalare la consegna del carico di rifiuti presso l'Impianto di gestione rifiuti.
Il Manuale d'uso fornisce, per chi trasporta rifiuti, una procedura tipica di utilizzo della *Black Box*: il conducente, ad esempio, quando inizia un trasporto ed effettua il carico nello stabilimento del produttore deve inserire il dispositivo USB in un PC messo a disposizione dal Produttore e digitare personalmente il PIN di sblocco del dispositivo USB per consentire al sistema SISTRI di effettuare i necessari aggiornamenti e registrare l'operazione di carico.
Ad operazione completata, il conducente estrae il dispositivo e stampa la copia cartacea della Scheda SISTRI, aggiornata e generata automaticamente con la data e l'ora dell'operazione di carico dal Sistema.
Il conducente torna sul veicolo ed inserisce il dispositivo USB nella sua *Black Box* dove un led verde si accenderà ed un cicalino emetterà un triplo "bip" se la procedura è stata regolare.
La *Black Box* subito dopo emetterà un "bip" più lungo che consente la rimozione del dispositivo USB.
Una volta giunto all'impianto autorizzato di recupero o smaltimento, il conducente inserisce nuovamente il dispositivo USB nella *Black Box* e attende un suono o "bip" lungo per poterlo rimuovere; qualora il dispositivo fosse già inserito, sarà comunque necessario rimuoverlo e reinserirlo nella *Black Box.*
Il trasportatore inserisce personalmente il dispositivo USB nel PC dell'impianto autorizzato e digita il PIN di sblocco per consentire le operazioni previste. Ritornato sul mezzo di trasporto, il conducente reinserisce il dispositivo USB nella *Black Box* e attende il suono lungo o "bip" che autorizza la rimozione del dispositivo.
Un sistema di videosorveglianza, gestito dalla centrale del SISTRI, è installato negli impianti per il monitoraggio e la tracciabilità dei rifiuti nelle varie fasi della movimentazione; i sensori del sistema identificano i veicoli attraverso la lettura della targa e, tramite uno specifico software, verificano e controllano le informazioni inserite dagli utenti nel sistema SISTRI.
I gestori degli impianti dovranno solo comunicare al SISTRI eventuali modifiche alla struttura dell'impianto, come l'apertura di nuovi varchi o modifiche degli accessi per non vanificare l'efficacia del sistema di videosorveglianza.
In caso di interruzione del SISTRI, è previsto che i soggetti annotino i "movimenti dei rifiuti su apposita scheda SISTRI, in bianco, da scaricarsi dal sistema" e inseriscano i dati entro 24 ore dalla ripresa del funzionamento del sistema stesso.

Conclusioni

Secondo alcune simulazioni e test effettuati, i vantaggi gestionali del SISTRI sono rappresentati: dalla tempestività delle informazioni, da una grande semplificazione e completezza della gestione e dalla riduzione di errori e/o omissioni della modulistica cartacea.
Nel precedente formulario, ad esempio, si poteva tralasciare la data di emissione del documento mentre nel SISTRI la data di emissione dei documenti è generata automaticamente; potevano essere evitate o non riportate alcune informazioni, come il peso indicato in partenza del numero dei colli da smaltire o il codice di recupero o smaltimento, o, ancora, potevano essere commessi errori sulla definizione del tipo di rifiuto; dati che, invece, nel SISTRI devono essere inseriti già in fase di compilazione per evitare che si interrompa la progressione delle procedure.
Le maggiori criticità riscontrate non sono legate all'utilizzo del sistema o alla compilazione dei percorsi guidati, ma, piuttosto, ad altri fattori, quali: l'accesso poco intuitivo al SISTRI; l'elevato costo iniziale per l'utente, soprattutto per i trasportatori che devono applicare la *black box* sui mezzi di trasporto; lunghi tempi di attesa per l'installazione della *black box,* una cultura informatica insufficiente e, talvolta, inadeguata; le scarse informazioni disponibili sull'utilizzo del sistema e le continue integrazioni al Decreto Ministeriale che ha introdotto il sistema di tracciabilità, ormai, si spera, superate dal Testo unico.
Per le PMI che si occupano a vario titolo della gestione dei rifiuti, l'adozione del SISTRI potrebbe rappresentare un vantaggio in termini ambientali costituendo un'adeguata base per l'adesione volontaria delle organizzazioni al sistema comunitario di ecogestione e audit EMAS III, prevista dal Regolamento n. 1221/2009 senza onere aggiuntivo. Infatti, gli adempimenti connessi alla raccolta dei dati ed alla loro trasmissione attraverso i dispositivi del SISTRI, rappresentano di fatto una procedura interna per la gestione totale dei rifiuti e sono del tutto in linea con le finalità dell'Analisi ambientale iniziale e della Dichiarazione ambientale previste dall'EMAS.
La tracciabilità telematica dei rifiuti rappresenta un mezzo utile per combattere efficacemente il crescente fenomeno del traffico illecito e della incorretta gestione dei rifiuti garantendo una maggiore legalità nei processi, in quanto è possibile la conoscenza in tempo reale della movimentazione dei rifiuti sul territorio nazionale, anche di quelli che provengono da altri Paesi o che vengono trasportati verso altri Paesi.

L'obbligatorietà di adesione al sistema può innescare un circolo virtuoso di relazioni tra i vari attori della filiera, stante la necessità di garantire assoluta affidabilità e legalità. In particolare, la selezione degli attori anche in base al possesso di un sistema di certificazione può garantire maggiormente la regolarità del percorso.

Bibliografia

Calabrò G., Contri M. "Illegal waste traffic: economic and environmental implications"- in A.V. Commodity-Consumer-Quality: the XXIst Century's perspective- Samperi - Messina- 2007.

Decreto Legislativo N. 152 del 03/4/2006 **"**Norme in materia ambientale" (Pubblicato nella Gazz. Uff. 14 aprile 2006, n. 88, S.O)

Decreto Legislativo N. 4 del 16/01/2008**:"**Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 Aprile 2006, n. 152 recante norme in materia ambientale

D.Lgs.284 del 08-11-2008 "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 Aprile 2006, n. 152 recante norme in materia ambientale"

Decreto Ministeriale del 17/12/2009 "Istituzione del sistema di controllo della tracciabilita' dei rifiuti, ai sensi dell'articolo 189 del decreto legislativo n. 152 del 2006 e dell'articolo 14-bis del decreto-legge n. 78 del 2009 convertito, con modificazioni, dalla legge n. 102 del 2009. Ministero dell'ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Decreto Ministeriale del 15/02/2010**: "**Modifiche ed integrazioni al decreto 17 dicembre 2009, recante: «Istituzione del sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti, ai sensi dell'articolo 189 del decreto legislative n. 152 del 2006 e dell'articolo 14 -bis del decreto-legge n. 78 del 2009 convertito, con modificazioni, dalla legge n. 102 del 2009". Ministero dell'ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Decreto Ministeriale del 09/7/2010: "Modifiche ed integrazioni al decreto 17 dicembre 2009, recante l'istituzione del sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti, ai sensi dell'articolo 189 del decreto legislativo n. 152 del 2006 e dell'articolo 14-bis del decreto-legge n. 78 del 2009, convertito, con modificazioni, dalla legge n. 102 del 2009".

Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del mare Decreto 18 Febbraio 2011, n.52 "Regolamento recante istituzione del sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti, ai sensi dell'articolo 189 del decreto legislative 3 aprile 2006, n. 152 e dell'articolo 14-bis del decreto legge 1 luglio 2009. N.78, convertito, con modificazioni dalla legge 3 agosto 2009, n. 102.

Direttiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 19/11/2008 "relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive".

Giannetti V.,Testani E. "Waste Life-Cycle Traceability For Natural Resources Protection: in Italy a New Management System (Sistri)" Journal of commodity science, technology and quality , vol. 49, n. 1, pp. 55-62, 2010

Legambiente, "Rapporto Ecomafia 2010".

Legge Finaziaria N. 296 del 27/12/2006

Legge N. 102 del 03/10/2009

Parodi C. "Il Caso - Sistri E Responsabilità Penali: Nuove Fattispecie Dal D.LGS. N. 205/2010" Ambiente & Sicurezza. - n. 2 - p.76, 2011

Pipere P., Maglia S. "SISTRI, Il nuovo sistema di tracciabilità dei rifiuti" Irnerio Editore, Piacenza 2010

Pipere P.: "Dalla classificazione al SISTRI tutti i nuovi adempimenti" Ambiente & Sicurezza n. 2 - p.59, 2011

Senato della Repubblica XVI legislatura "Disegno di legge n. 2412: "Proroga dei termini di operatività del sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti" 27 ottobre 2010.

SISTRI – Manuale Operativo MANUALE OPERATIVO SISTRI – Versione 2.4 26.04.2011

Zalin M.: "Il Nuovo Sistema Sanzionatorio tra adeguamenti e Integrazioni" Ambiente & Sicurezza. - n. 2 - p.40, 2011

http://www.sistri.it

http://www.confindustria.it

Summary

THE SYSTEM FOR THE WASTE TRACEABILITY CONTROL (SISTRI)

The waste traceability control system (SISTRI) was created, by Ministry for Environment and Land and Sea Conservation in December 2009 as an innovating and updated instrument of Public Administration to computerize and to control precisely the total special waste life-cycle and waste management of Campania region.

The SISTRI is based on the electronic management of environmental procedures, ensuring both many advantages to the operators involved and allowing data input faster. This system will reduce costs and errors that are made in filling in the paper of Formulario di identificazione dei rifiuti (waste identification form) of Registro di carico e scarico (loading and unloading book), and of MUD (Modello Unico di Dichiarazione ambientale (environmental statement form).

The present study analyzes the newest elements introduced from the system for the waste traceability control (SISTRI).

L'ETICHETTA CLIMATICA SUI PRODOTTI ALIMENTARI: UN NUOVO APPROCCIO DELL'INDUSTRIA ALIMENTARE

GRAZIA CALABRÒ*, GIOVANNI LAGIOIA**
*Dipartimento di Studi Economico Aziendali ed Ambientali, Università degli Studi di Messina
Piazza Pugliatti 1, 98124, Messina
e-mail: grazia.calabro@unime.it
**Dipartimento di Scienze Geografiche e Merceologiche , Università degli Studi di Bari Aldo Moro
Via C. Rosalba 53,70124 Bari

Riassunto
Il riscaldamento globale e i cambiamenti climatici sono problematiche da tempo in discussione che influenzano le scelte politiche e impongono cambiamenti nelle abitudini di consumo e negli stili di vita. Anche il settore alimentare contribuisce in modo rilevante ai cambiamenti climatici in termini di emissione di gas serra, in tutte le fasi della filiera produttiva.
Questo lavoro ha l'obiettivo di evidenziare il contributo dell'introduzione dell'etichetta climatica apposta sui prodotti alimentari alla tutela dell'ambiente e al migliore dialogo con il consumatore. In particolare, vengono evidenziate le azioni strategiche atte a corresponsabilizzare gli attori sociali e gli effetti in termini di competitività e di influenza sulle scelte d'acquisto.
A tal fine,vengono analizzati i limiti e le potenzialità dei concetti di "food miles" e di "carbon footprint" e le possibilità di realizzazione di un sistema di etichettatura omogeneo che fornisca ai consumatori indicazioni chiare sulle performance dei prodotti e li orienti verso scelte di acquisto più consapevoli e sostenibili.

Introduzione
Il cambiamento climatico, responsabile dell'aumento delle temperature e dell'alterazione della quantità e distribuzione delle precipitazioni, rappresenta un problema irrisolto, ancora ampiamente dibattuto a livello mondiale, con il quale la comunità globale dovrà confrontarsi.
Gli effetti dei cambiamenti climatici, ormai abbastanza evidenti, si manifestano sia in ambito sociale che economico ed impongono un cambiamento di rotta del sistema tradizionale di produzione e consumo attraverso piani d'azione condivisi e integrati. Il primo passo verso la gestione del cambiamento climatico è la significativa riduzione delle emissioni di gas serra, in particolare biossido di carbonio (CO_2).
La lotta ai cambiamenti climatici avviata dall'Unione Europea (UE), in accordo con i principi stabiliti dal Protocollo di Kyoto, impone due direzioni da intraprendere. La prima, e più importante, prevede interventi di mitigazione volti a ridurre le emissioni di gas serra entro i limiti prestabiliti del 20%, rispetto ai valori del 1990, entro il 2020; la seconda interviene con adattamenti per affrontare nel miglior modo possibile gli effetti già in atto. Le misure di adattamento devono essere applicate in tutte le principali politiche settoriali e i vari attori economici devono attuare sforzi integrati e continui per contribuire alla lotta al cambiamento climatico. Nel Libro Bianco dal titolo "L'adattamento ai cambiamenti climatici: verso un quadro d'azione europeo (Com 147 def. del 1 Aprile 2009)" si delinea un quadro di riferimento per individuare le misure e le strategie da intraprendere a livello comunitario nei diversi settori economici e sociali. Di conseguenza, il raggiungimento degli ambiziosi obiettivi comunitari non può prescindere da una riorganizzazione del percorso di sviluppo economico che punti alla realizzazione di una economia a bassa emissione di gas climalteranti.
A tal fine, le azioni strategiche atte a corresponsabilizzare gli attori sociali ed economici devono essere basate sulla condivisione delle informazioni che consente, da un lato, una piena comprensione dei problemi e, dall'altro, l'acquisizione di una piena consapevolezza degli effetti positivi derivanti dalla modificazione delle proprie abitudini e delle proprie scelte.
Nonostante il problema del cambiamento climatico sia molto sentito a livello sociale, ancora oggi i consumatori non sono pienamente coscienti degli effetti rilevanti che le loro azioni di consumo quotidiano hanno su questo aspetto ambientale.
Il consumo alimentare, infatti, rappresenta uno dei settori che richiede più risorse e determina impatti ambientali diffusi. Si stima che, nell'ambito dei consumi, circa il 20-30% dell'impatto ambientale è imputato

al settore alimentare; le incidenze ambientali più elevate riguardano il trasporto, l'immagazzinamento, la lavorazione, l'imballaggio e la distribuzione (Tirado M. C. et al. 2010).
Dato che il cibo è un bene primario e non può essere sostituito con altri servizi, le scelte alimentari devono essere attentamente ponderate e valutate in una nuova ottica di sostenibilità.
Le scelte di consumo sostenibili non possono, però, essere rigidamente collegate e lette alla luce della necessità di ridurre gli impatti perché esse avvengono valutando gli aspetti di accettabilità organolettica, sociale e culturale e riflettono le evoluzioni sociali e di costume. Tuttavia, conoscere il prodotto nel suo contesto e con l'insieme delle peculiarità che lo caratterizzano rappresenta un elemento essenziale per ripensare le abitudini di consumo e coinvolgere il consumatore verso scelte alimentari più sostenibili.
A tal fine,vengono analizzati i limiti e le potenzialità dei concetti di *food miles* e di *carbon footprint* e le possibilità di realizzazione di un sistema di etichettatura omogeneo che fornisca ai consumatori indicazioni chiare sulle performance dei prodotti e li orienti verso scelte di acquisto più consapevoli e sostenibili.

Gli impatti ambientali del settore alimentare

L'intensificazione degli scambi commerciali, i cambiamenti avvenuti nella società, l'evoluzione tecnologica e dei trasporti hanno dato un forte impulso all'innovazione di prodotto e di processo e hanno contribuito a creare il forte indotto economico ed occupazionale del settore.
In particolare, il percorso evolutivo ha consentito di de-territorializzare le produzioni e garantire un aumento della disponibilità di risorse alimentari sia nel tempo che nello spazio. Oggi l'industria alimentare è molto efficiente e fornisce prodotti di elevata qualità anche grazie allo sviluppo di nuove tecnologie di produzione, di conservazione, di imballaggio e di trasporto che hanno disgiunto l'accesso ai prodotti alimentari dalla stagionalità, dalla territorialità e ne hanno garantito la disponibilità ovunque e nel lungo periodo.
La Grande Distribuzione Organizzata (GDO) è, infatti, in grado di porre sul mercato enormi quantitativi di alimenti, provenienti dalle più disparate parti del mondo, che raggiungono in tutta sicurezza i vari punti di destinazione.
Si è in tal modo determinato l'allungamento nel tempo e nello spazio della filiera produttore-consumatore, che consta di molte fasi ad ognuna delle quali, purtroppo, sono da associare numerosi impatti ambientali.
La relazione tra il settore alimentare e il cambiamento climatico si potrebbe definire multifattoriale.
La filiera lunga, l'outsourcing di numerose fasi e il coinvolgimento di attori differenti rende difficoltosa la gestione dei numerosi impatti; quindi, misurare il contributo del settore alimentare al cambiamento climatico richiede la necessità di prendere in considerazione numerosi fattori: dove e come il prodotto è realizzato, trasformato, imballato, conservato, immagazzinato, distribuito, preparato ed eliminato o anche il tipo di pratica agricola utilizzata, i fattori climatici, le fonti di approvvigionamento energetico etc. (Kroyer G. Th.1995).
Il contributo del settore alimentare al cambiamento climatico è presente in ogni fase della filiera di produzione e, all'interno dell'UE, rappresenta il 15% delle emissioni di gas serra. In particolare la produzione di carne determina dal 4 al 12% del contributo globale al Global Warming Potential (GWP), la produzione di latte è responsabile per il 2-4% mentre la produzione ortofrutticola, anche per via della refrigerazione, incide per il 2% (IPPC 2007). Inoltre, l'esigenza di rendere massima la sicurezza igienica-sanitaria degli alimenti comporta azioni ed interventi ad alta intensità energetica; ad esempio, la refrigerazione, secondo stime dell' International Institute of Refrigeration (2008), richiede circa il 15% dell'energia consumata nel mondo (James S.J., James C. 2010).
All'interno della filiera di produzione, la fase agricola determina circa il 49% delle emissioni di gas serra; il consumo finale incide per il 18% e la fase di produzione per l'11%.
In Europa, la fase di trasporto di un prodotto alimentare è responsabile per il 21% delle emissioni gas effetto serra totali (EEA 2008).
Nonostante il settore alimentare determini impatti ambientali rilevanti in tutte le fasi, dal campo alla tavola, oggi l'interesse è concentrato in particolare sugli effetti della fase di trasporto sui cambiamenti climatici.
Il settore dei trasporti incide per circa il 30% sulle emissioni di CO_2 che variano in maniera rilevante a seconda delle modalità di trasporto. Ad esempio, per una tonnellata di prodotti alimentari trasportati per 1 km, una nave emette 15-30 g di CO_2, un autocarro 200-450 g ed un aereo 500-1600 g (EEA 2008). Se questo dato viene moltiplicato per i quantitativi enormi di prodotti che quotidianamente viaggiano nel mondo è facile intuire quanto rilevante sia il contributo del trasporto degli alimenti al cambiamento climatico.
L'industria alimentare deve confrontarsi con le problematiche ambientali e svolgere un ruolo incisivo per contribuire allo sviluppo di un percorso sostenibile mediante investimenti in tecnologie a bassa emissione di

biossido di carbonio, accordi volontari finalizzati a diminuire il consumo energetico e sviluppando sistemi di certificazione orientati all'efficienza energetica, anche per rilanciarsi in ottica competitiva.
In tale contesto, ha trovato interesse l'idea di corredare il prodotto alimentare di un'etichetta che riporti informazioni relative all'impatto sul clima del prodotto, per dialogare con il consumatore in maniera chiara ed efficace.

L'etichetta climatica

Lo sviluppo di uno schema di etichettatura climatica dei prodotti alimentari rappresenta una iniziativa recentemente intrapresa dai produttori e distributori con l'obiettivo di comunicare al consumatore gli sforzi profusi per limitare gli effetti sul clima lungo tutta la filiera alimentare.
Come già detto, nonostante il settore alimentare sia coinvolto nelle problematiche ambientali in tutta la filiera, la fase di trasporto è quella su cui si è maggiormente concentrato l'interesse.
Le iniziative intraprese a livello internazionale si sono indirizzate, infatti, sul concetto di *food miles* e sulla volontà di comunicare ai consumatori l'impatto che la loro scelta di consumo ha in termini di emissioni di gas serra.
Le iniziative intraprese sono geograficamente collocate in quelle aree (Gran Bretagna e Paesi Scandinavi) in cui la coscienza ambientale è piuttosto sviluppata, dove il fattore ambientale può di conseguenza diventare elemento dominante di competitività.
Da quanto rilevato dal rapporto Eurobarometro (Gallup Organization 2009) sull'attitudine dei consumatori europei al consumo ecologico, si evince che essi hanno acquisito piena coscienza del problema del cambiamento climatico ma non al punto da modificare i loro comportamenti di acquisto, in quanto non è netta, in tutti i Paesi, la convinzione che una modificazione del comportamento d'acquisto possa incidere in maniera significativa sul problema. Infatti, la non omogenea diffusione della coscienza ambientale non permette di comprendere appieno la potenzialità di un sistema di etichettatura climatica. Secondo i dati riportati da Olofsdotter M. e Juul J. (2008), mentre l'81% degli svedesi, ad esempio, si dichiara disposto a fare qualcosa per arginare il problema, altre ricerche (curate da Consumers International e Climatechangecorp.com) hanno dimostrato che la presenza di una etichetta climatica sul prodotto alimentare viene ravvisata come importante dalla maggioranza degli intervistati, ma solo in teoria, dato che in pratica la sua presenza influenza poco o per nulla la scelta d'acquisto che resta saldamente influenzata da prezzo e pubblicità.
In Italia non è stata intrapresa alcuna iniziativa specifica anche se, secondo un rapporto di Coldiretti basato su dati Eurobarometro (Gallup Organization 2009), quasi l'80% degli italiani ritiene che sarebbe utile la presenza di una etichetta "contachilometri" che informasse sulle emissioni di gas ad effetto serra dei prodotti alimentari nella fase di trasporto. Sebbene la maggior parte dei consumatori italiani ritenga necessario garantire ampia visibilità ai prodotti sostenibili nei canali distributivi e fornire chiare informazioni sulle caratteristiche ambientali dei prodotti, nella pratica le scelte di consumo vengono effettuate usando i consueti parametri qualità e prezzo.
Nonostante tutto, la sfida dell'industria alimentare si basa sulla responsabilizzazione dei consumatori orientandoli verso parametri di scelta che affianchino alle motivazioni di selezione del prodotto in base alle informazioni contenute nell'etichetta nutrizionale anche quelle relative alle emissioni di CO_2 in fase di trasporto.
Gli effetti del trasporto dei prodotti alimentari sull'ambiente hanno ormai fatto presa nella percezione dei consumatori, tanto che la filiera corta è diventata parte integrante delle scelte di consumo.
Il concetto di *food miles* è stato utilizzato per la prima volta dalla Organizzazione non Governativa britannica SAFE Alliance, che già da tempo (1994) aveva evidenziato l'allarme ambientale relativo al trasporto dei prodotti per lunghe distanze. Il concetto di *food miles* tende ad internalizzare i costi dell'energia e le esternalità ambientali negative.
L'industria alimentare ha promosso il concetto di *food miles* facendolo diventare un volano di sviluppo per i prodotti locali. Infatti, la scelta del prodotto locale viene letta positivamente dal consumatore perché lo percepisce come prodotto più sicuro e di qualità superiore. Per questo motivo, richiede con sempre maggiore insistenza la tracciabilità del prodotto.
Il risvolto positivo in termini ambientali viene, però, valutato in maniera indiretta sotto forma di minore prezzo di mercato: l'attenzione del consumatore non è attratta dal fatto che il prodotto è meno inquinante in quanto, viaggiando meno, consuma meno energia, ma sul fatto che ciò ha una conseguenza percepita in termini di prezzo e di qualità.

In tal modo, la promozione tra i consumatori del concetto di *food miles* è legata più ad aspetti sociali che ambientali, soprattutto in quei Paesi, come l'Italia, in cui il legame con l'origine è molto forte e tende ad essere tutelato. Fa riferimento a questo concetto, ad esempio, l'iniziativa nazionale di somministrazione di prodotti locali o biologici nelle mense scolastiche.
L'industria alimentare usa la leva ambientale come azione di marketing per differenziare e far competere i prodotti sul mercato.
Al concetto di *food miles* si affianca quello di *friendlier miles*: la comunicazione che si intende dare al consumatore non riguarda solo la comunicazione della minore distanza tra produttore e consumatore ma anche una modalità di gestione del trasporto più compatibile con l'ambiente; ad esempio se esso avviene su strada, nave o aereo e quali tecnologie innovative, anche per la scelta dei carburanti, sono state messe in atto.
Proprio con riferimento all'incidenza del trasporto aereo e alla sua più elevata potenzialità di contributo al riscaldamento globale per unità di prodotto trasportato, numerose iniziative europee si sono concentrate sulla comunicazione al consumatore della modalità di trasporto del prodotto al fine di orientarlo verso i prodotti locali. È il caso del marchio "air freighted" presente su numerosi prodotti alimentari della catena inglese Marks & Spencer e Tesco (2007).
Il concetto di *food miles* e la comunicazione che se ne da al consumatore sono stati fortemente criticati.
Le critiche maggiori sono rivolte al fatto che le informazioni al consumatore risultano parziali dato che si riferiscono soltanto ad una fase della filiera di produzione, il trasporto appunto, che spesso, in termini di impatto ambientale, può non essere la più significativa tra le fasi; quindi, guardare solo alla distanza in km può essere riduttivo.
Inoltre, il *food miles* si concentra solo sulla CO_2 tralasciando altri aspetti rilevanti.
Studi effettuati da Woodin (2004) e Wilson (2007) ad esempio, hanno concluso che da una valutazione completa del ciclo di vita si possono trarre delle conclusioni in contrasto con il concetto di *food miles*: una produzione locale effettuata in serra, ad esempio, può determinare emissioni di CO_2 superiori rispetto a quelle legate al trasporto del prodotto da un altro Paese.
L'interesse verso il *food miles* potrebbe nascondere una volontà di protezionismo e di barriere all'entrata e paradossalmente potrebbe non comportare i vantaggi in termini di prezzo dato che, a causa della perdita di economie di scala, il prezzo del prodotto locale potrebbe essere addirittura più elevato.
Una metodologia più appropriata messa in atto per sviluppare un sistema di etichettatura più rappresentativo e che può fornire informazioni più obiettive e complete è quello che si basa sul *carbon footprint labelling o climate labelling.*
La *carbon footprint* si sviluppa, in conseguenza del declino del concetto *food miles*, dapprima in Gran Bretagna, nella catena di supermercati Tesco, sottoforma di *carbon reduction label* che dimostra l'impegno delle imprese a ridurre l' "impronta ecologica" dei loro prodotti; oggi è piuttosto diffusa anche in altri Paesi Europei come Francia, Svezia, Svizzera e Germania, dove al marchio ecologico nazionale Blu Angel sono state aggiunte ulteriori specifiche relative alle emissioni di gas serra nel ciclo di vita per potersi fregiare del marchio "Proteggi il clima". A livello internazionale varie iniziative sono state intraprese in Giappone, Stati Uniti, Taiwan e Corea.
Il concetto *carbon footprint* individua una sfera applicativa più ampia in cui il livello di emissioni di gas serra si considera lungo tutta la filiera di produzione e si struttura sulla base dell'analisi del ciclo di vita del prodotto (LCA); oggi, viene considerato di maggiore interesse dalle imprese per via della più facile metodologia di calcolo rispetto alla LCA e per l'impatto più immediato in termini di comunicazione, in quanto il risultato è più facilmente percepibile dai consumatori. La maggiore complessità della LCA è legata al suo approccio olistico e alla considerazione simultanea di più aspetti ambientali (Weidema Bo P. et al. 2008) mentre la *carbon footprint* si limita ad evidenziare l'impatto dei prodotti sul cambiamento climatico. Si pensi, ad esempio, all'iniziativa del WWF denominata *Carrello della Spesa* tramite cui il consumatore può, collegandosi al sito, misurare l'impronta di carbonio della propria spesa. Anche se la misurazione e la comunicazione della *carbon footprint* risultano immediate, essa potrebbe però fornire informazioni fuorvianti perché il consumatore potrebbe percepire come ecologico un prodotto che risulta tale solo sulla base di una valutazione parziale degli impatti. Sarebbe inoltre opportuno che il consumatore stesso potesse avere una piena consapevolezza dell'informazione fornita tramite la possibilità di confronto con un parametro di riferimento (Schmidt H.J. 2009).
La spinta verso il sistema di etichettatura climatica è data dai distributori, i quali intravedono in questa iniziativa un modo per gestire i loro impatti ambientali; una opportunità di miglioramento della loro immagine sul mercato, dato che possono provare con un parametro obiettivo il loro impegno verso la gestione delle problematiche ambientali; un elemento di competitività, data la possibilità di etichettatura dei prodotti a marchio proprio. Essi, inoltre, possono accrescere la loro forza sul mercato e assumere un ruolo

strategico dato che hanno l'opportunità di influenzare la filiera a monte, agendo sui fornitori, e a valle, orientando le scelte dei consumatori mediante strategie di posizionamento sullo scaffale. Punto di forza del sistema è la volontarietà che trasforma il problema ambientale da vincolo ad opportunità.
Anche gli accordi volontari tra imprese del settore e governi fungono da spinta propulsiva. Ad esempio, nel 2004, 132 imprese alimentari belghe hanno siglato l'Energy Efficiency Agreement con le autorità locali con l'obbiettivo comune di riduzione energetica entro target definiti entro il 2012.
Anche in seno ai lavori della Commissione Ambiente Europea, è stata analizzata la relazione e la possibilità di integrazione dell'etichettatura climatica nella Politica Integrata di Prodotto (IPP), dato che è stato evidenziato che il crescente interesse verso l'etichettatura climatica non può non essere attenzionato a livello comunitario e necessita di coordinamento al fine di abbandonare le singole iniziative nazionali per pervenire ad un sistema unico più idoneo alle finalità del mercato comune. A tal fine è stata avviata dalla Commissione Europea insieme con CIAA (2008) la Tavola Rotonda Europea sul consumo e la produzione sostenibili, partecipata dai partner della filiera alimentare e sostenuta dal Programma Ambientale dell'Unione Europea (UNEP) con l'obiettivo di promuovere un approccio europeo, scientificamente fondato e coerente, per la produzione e il consumo sostenibile nel settore alimentare e delineare i presupposti per fornire ai consumatori indicazioni chiare e comprensibili sulle performance ambientali dei prodotti nell'intero ciclo di vita atte ad effettuare scelte informate e consapevoli. I lavori fin qui svolti hanno permesso di fissare alcuni Principi Guida[1] per la valutazione e la comunicazione volontarie delle informazioni ambientali lungo tutta la filiera alimentare sia nei rapporti *business to business* che in quelli *business to consumer* in modo da promuovere approcci coerenti ed omogenei in ambito UE.
La potenzialità dell'etichetta climatica deve quindi essere studiata sia in termini operativi ma soprattutto come "time to market" per far si che essa possa fungere da elemento propulsivo del settore alimentare e consentire delle azioni da *free rider*.

Conclusioni

L'analisi delle esperienze internazionali sulle etichette climatiche promosse sia da produttori che da distributori permette alcune considerazioni.
Innanzitutto, lo sviluppo della metodologia *carbon footprint*, pur con le sue limitazioni, risulta uno strumento più rappresentativo degli impatti ambientali rispetto al *food miles*, con il quale si rischia di limitare la valutazione del problema ambientale alla sola fase di trasporto e alla sola CO_2.
Il calcolo dell'impronta di carbonio, però, può non essere facile date le numerose attività in outsourcing che rendono difficile reperire i dati e stabilire i confini del sistema. Infatti, la metodologia di calcolo prevede la raccolta di numerosi dati primari e secondari e il coinvolgimento dei numerosi soggetti implicati nella filiera. Dato che esistono differenti metodi per calcolare la *carbon footprint*, la mancanza di omogeneità non permette al consumatore di confrontare in maniera univoca le differenti impronte sui prodotti (Finkbeiner 2009).
Sarebbe auspicabile la realizzazione di uno standard internazionale che possa consentire una uniformità nelle regole da seguire e nelle informazioni da fornire.
Attualmente uno di questi strumenti è il Publicly Available Specification (PAS) 2050 elaborato dal Carbon Trust, DEFRA (British Department of Environment, Food and Rural Affairs) e British Standard Institute (BSI). La PAS 2050 è una specifica nazionale per quantificare le emissioni di gas effetto serra associate a beni e servizi, pubblicata per la prima volta nel 2008 dal British Standards Institute (BSI).
PAS 2050 "*Specification for the assessment of the life cycle green house gas emissions of goods and services*" è il primo tentativo di fornire un approccio integrato, standardizzato e consistente con l-obiettivo di specificare direttamente il ruolo che il consumo dei prodotti ha nei confronti delle emissioni di gas serra. Lo scopo finale è quello di valutare le emissioni di gas serra che scaturiscono durante il ciclo di vita di un prodotto e fornire un set di requisiti cui conformarsi al fine di consentire un più facile scambio di informazioni rispetto ai singoli sistemi. In definitiva, la PAS 2050 (Sinden G. 2009):

- permette una valutazione interna delle emissioni di gas serra associate al ciclo di vita;
- facilita una valutazione di soluzioni alternative ed influenza la fase di progettazione;
- consente un benchmarking dei programmi in atto finalizzati alla riduzione delle emissioni;

1) I Principi per la comunicazione ambientale volontaria dei prodotti sono: 1) Fornire informazioni comprensibili e confrontabili, per garantire una scelta consapevolmente informata; 2) Garantire la massima chiarezza circa il campo di applicazione, la portata e il significato delle informazioni ambientali; 3) Assicurare la piena trasparenza delle informazioni fornite e dei loro presupposti; 4) Assicurare che tutti gli attori della filiera possano applicare la metodologia di valutazione e gli strumenti di comunicazione senza oneri sproporzionati; 5) Tutela del mercato unico e commercio internazionale.

- permette di effettuare un confronto tra prodotti misurati in base ad uno stesso standard;
- funge da supporto per una migliore comunicazione sulla responsabilità sociale di impresa;
- fornisce una base comune per la comunicazione dei risultati dell'analisi delle emissioni di gas serra che scaturiscono nel ciclo di vita di un prodotto.

Attualmente la PAS è in revisione in quanto gli standard in fase di elaborazione da parte della ISO e del World Resource Institute (WRI) si avvicinano progressivamente verso la conclusione. Infatti, a livello internazionale, l'ISO ha intrapreso, nel 2008, uno studio di fattibilità per l'elaborazione di uno standard specifico per l'analisi dell'impronta di carbonio dei prodotti che prende a riferimento le norme internazionali ISO 14040 e ISO 14044 sulla LCA e la ISO 14025 sulla Dichiarazione Ambientale di Prodotto. La pubblicazione di questa norma, denominata ISO 14067 e strutturata in due parti: quantificazione e comunicazione della *carbon footprint* di un prodotto, è prevista per il 2012 e dovrebbe fornire un ulteriore elemento di omogeneità al sistema.

Sicuramente l'adozione di una etichetta climatica manifesterebbe maggiormente i suoi effetti positivi se fosse integrata all'interno degli schemi di etichettatura ecologica già esistenti. Questo è il caso del sistema di etichettatura svedese partito nel 2007 per iniziativa di KRAV e Swedish Seal/Svenskt Sigil (Richert A. 2010). Il progetto, al quale hanno aderito numerose imprese alimentari svedesi, ha lo scopo di creare un sistema di certificazione che abbia l'obiettivo di ridurre gli impatti sul clima dei prodotti alimentari. Il sistema è modulato per adattarsi ai sistemi di certificazione già esistenti in quanto pone come pre-requisito per il richiedente il possesso di un sistema di certificazione ambientale, assicurando così che tutti gli aspetti ambientali siano stati presi in considerazione.

L'integrazione dell'etichetta climatica all'interno delle altre etichette ecologiche potrebbe in qualche modo arginare il rischio legato al fatto dela numerosità dei marchi presenti sul prodotto che potrebbe indurre in confusione il consumatore che, non adeguato culturalmente, potrebbe non solo non riconoscere l'obiettivo positivo che l'etichetta si prefigge ma addirittura collegare erroneamente la visualizzazione della CO_2 al prodotto piuttosto che al ciclo di vita, dandone una connotazione negativa.

Il rischio che deve essere assolutamente evitato è che il consumatore venga travolto da un eccesso di informazioni, non riuscendo ad interpretarle; per tale motivo l'etichetta deve essere di immediata comprensione e induttiva (Atsushi K. et al. 2010).

Un altro aspetto rilevante da tenere in considerazione riguarda i costi. Non si può rischiare che i costi di realizzazione della *carbon footprint* portino ad un incremento nel prezzo del prodotto, restando il fattore prezzo sempre determinante nella scelta. Anche il tempo di sviluppo del percorso e la durata nel tempo dell'etichetta sono fattori da non sottovalutare. Per esempio, il sistema *Carbon Trust methodology* basato sulla LCA, sviluppato in Gran Bretagna, prevede un periodo di assegnazione di 2 anni nei quali le imprese si devono impegnare a ridurre la *carbon footprint*, pena la perdita dell'assegnazione del marchio. Questa durata è uno dei punti più controversi su cui si soffermano maggiormente gli oppositori dell'etichetta climatica.

Se si riusciranno a superare i limiti individuati, l'etichetta climatica potrà rappresentare un approccio innovativo dell'industria alimentare verso la sostenibilità.

Intanto, una valida opzione per operare in senso *low carbon* può essere quella della modifica delle abitudini alimentari (Carlsson-Kanyama A. 1998, Pathak H. et al. 2010). La dieta mediterranea, ricca in consumo di carboidrati, frutta e verdura, ad esempio, si rivela più *low carbon* rispetto ad una dieta americana, ricca in consumo di carne, grassi e zuccheri. In termini di rilascio di CO_2, la dieta mediterranea determina infatti un rilascio di 2,2 kg di CO_2 in atmosfera ogni giorno contro i 5,4 kg di CO_2 della dieta americana (Barilla CFN 2009, Ingram et al 2010). Dato che si è ravvisato che cibi di cui si consiglia un più ampio consumo per motivi salutistici hanno anche un più basso impatto ambientale, si può concludere che la salute fa bene all'ambiente e tutelare l'ambiente fa bene alla salute.

Bibliografia

Atsushi K., Yuji W., Akiko K., Tomohiro M., Masako O., Sho-ichi G., Daisuke T., Dongsheng C., Takashi O., Ippeida D., "Interactive effects on carbon footprint information and its accessibility on value and subjective qualities of food products", Appetite, 55, 271-278, 2010

Carlsson Kanyama A., "Climate changes and dietary choices- how can emissions of greenhouse gases from food consumption be reduced?", Food Policy, 23, 277-293, 1998

CIAA (Confédération des industries agro-alimentaires de l'UE), "Managing Environmental Sustainability in the European Food & Drink Industries". CIAA, Brussels, 2008, In: *http://envi.ciaa.eu/documents/brochure_CIAA_envi.pdf*, ultimo accesso marzo 2011

EEA (European Environmental Agency), "Climate for a transport change, TERM 2007: indicators tracking transport and environment in the European Union", EEA Report n. 1/2008, Copenhagen, 2008, in *http://www.eea.europa.eu/publications/eea_report_2008_1/at_download/file,* ultimo accesso marzo 2011

Barilla CFN, “Cambiamento climatico, agricoltura e alimentazione”, Barilla Center for Food Nutrition, Parma, 2009, in *http://www.barillacfn.com/uploads/file/62/1244800592_ClimateChangeIT_BarillaCFN_0609.pdf*, ultimo accesso maggio 2011
Finkbeiner M., “Carbon footprint-opportunities and threats”, In International Journal of Life Cycle Assessment, 14, 91-94, 2009
Gallup Organization (ed.) “Europeans’ attitudes towards the issue of sustainable consumption and production Analytical report”, European Commision, Flash EuroBarometer Series no. 256, The Gallup Organization, TBD 2009 in *http://ec.europa.eu/public_opinion/flash/fl_256_en.pdf*, ultimo accesso a aprile 2011
Ingram J., Ericksen P., Liverman D., (edited by), “Food Security and Global Environmental Change”, Earthscan, London, 2010, in *http://www.gecafs.org/publications/Publications/Food_Security_and_Global_Environmental_Change.pdf*, ultimo accesso a marzo 2011
IPCC, “Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change”, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, 2007
James S. J., James C., “The food cold-chain and climate chance”, Food Research International, 43, 1944-1956, 2010
Kroyer G. Th. “ Impact of food processing on the environment- An overview”, Wiss. U- Technol., 28, 547-552, 1995
Olofsdotter M., Juul J. (editors), “Climate Change and the food industry”, Øresund Food Network and Øresund Food Academy, København (S), 2008, in *http://www.fcrn.org.uk/sites/default/files/oefn-oeea_repport_Climate_Change_and_the_Food_Industry.pdf*, ultimo accesso marzo 2011
Pathak H., Jain N., Bhatia A., Patel J., Aggarwal P.K. “Carbon footprints of Indian food items” in Agriculture, Ecosystems and Environment, 139, 66-73, 2010
Richert A., “Status report: climate certification for food”, Klimatmarkning for Mat 2010 in *http://www.klimatmarkningen.se/wp-content/uploads/2011/01/Status-Report-Climate-Certification-for-Food-2010-12-01.pdf*, ultimo accesso maggio 2011
Schmidt H. J., “Carbon Footprint, labelling and life cycle Assessment”, International Journal of Life Cycle Assessment, suppl 1, 6-9, 2009
Sinden G., “The contribution of Pas 2050 to the evolution of international greenhouse gas emission standards”, International Journal of Life Cycle Assessment, 14, 195-203, 2009
Tirado M.C., Clarke R., Jaykus L.A., McQuatters-Gollop A., Frank J.M. “ Climate change and food safety: a review”, Food Research International, 43, 1745-1765, 2010
Weidema B. P., Thrane M., Christensen P., Scmidt J., Lokke S., “Carbon Footprint- A catalyst for Life Cycle Assessment?”, Journal of Industrial Ecology, 12, 3-6, 2008
Wilson T., “The food miles fallacy”, IPA (Institute of Pubblic Affairs) review, 2007, in *http://www.ipa.org.au/library/.svn/text-base/59_2_WILSON_FoodMiles.pdf.svn-base*, ultimo accesso a maggio 2011
Woodin M., Caroline L., “Green alternatives to globalization: A manifesto”, Pluto Press, London, 2004

Summary
CLIMATE CLAIM FOR FOOD: NEW APPROACH IN FOOD LABELLING

The debate concerning global warming and climate change is significant and it affects the process of decision-making and stimulates several changes in life style and consumers’ choices. Food production chains cause a massive amount of greenhouse gases and therefore they have an effect on climate change. The aim of this note consists in highlighting the role of climate label, which marks food products, for protecting the environment and improving the interrelationship between producers and consumers. In particular, the strategic actions, which are capable of embroiling all the economic and social actors, the effects concerning the competitiveness and purchase choices are investigated. The constraints and the potentialities of “food miles” and “carbon footprint” concepts and the pros and cons of a homogeneous system of label, which accomplishes simple and explicit indications to the consumers for shifting preferences toward sustainable and conscious purchase choices, are analyzed.

Il presente lavoro è il risultato del contributo degli autori così determinato: *Calabrò*, ricerca bibliografica e paragrafi: Gli impatti del settore alimentare, L’etichetta climatica; *Lagioia*, ricerca bibliografica e paragrafi: Introduzione e Conclusioni.

RAEE: ELEMENTI DI VALUTAZIONE

CRISTINA CORDONI*, FRANCESCO D'ORIA**,
*Facoltà di Scienze MMFFNN, Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università degli Studi di Pavia, Via S.Epifanio 14, 27100 Pavia,
**Centro Servizi RAEE srl, Via D.Crespi, 4, 20123 Milano
e-mail: cristina.cordoni@unipv.it; francesco.doria@csraee.it

Riassunto
Il lavoro si pone l'obiettivo di inquadrare il settore della raccolta differenziata dei RAEE, sia facendo emergere gli elementi di innovazione introdotti dalla relativa normativa, che delineando le linee portanti del nuovo sistema gestionale, ivi compresi gli attori coinvolti nelle varie fasi del processo. Partendo da una disamina dell'andamento del settore dal punto di vista quantitativo, sia su scala nazionale, sia in un caso regionale, vengono individuati alcuni elementi strategici per il raggiungimento di obiettivi di efficacia ed efficienza del servizio. Alla luce dei primi risultati emergenti dall'applicazione del dettato normativo, si evidenziano aspetti problematici e prospettive che dovranno essere integrati ed approfonditi. Dal lavoro si evince l'importanza di una piena attuazione del processo di recupero di materia dai RAEE per rispondere al meglio alle direttive comunitarie sulla gestione sostenibile dell'ambiente e delle risorse.

Premessa
Si definiscono "Apparecchiature Elettriche o Elettroniche" (AEE) quelle apparecchiature che dipendono, per un corretto funzionamento, da correnti elettriche o da campi elettromagnetici e le apparecchiature di generazione, di trasferimento e di misura di questi campi e correnti" (art. 3 DLgs 151/2005 comma a).
I "Rifiuti di Apparecchiature Elettriche o Elettroniche" (RAEE) sono tutte le AEE considerate rifiuti, inclusi tutti i componenti, i sottoinsiemi ed i materiali di consumo, che sono parte integrante del prodotto, nel momento in cui si assume la decisione di disfarsene.
Si tratta di rifiuti merceologicamente complessi, il cui turnover evidenzia tempi di obsolescenza sempre più brevi e la cui produzione è in continuo aumento. Le cause che concorrono alla formazione di tale quadro sono riconducibili sia all'impiego di apparecchiature elettroniche in settori sempre nuovi, sia alla continua implementazione di tecnologie innovative nelle apparecchiature legate alla telecomunicazione, sia all'introduzione sul mercato di elettrodomestici particolarmente attrattivi, dotati di funzioni avanzate ed maggiormente compatibili con l'ambiente, grazie alla minimizzazione dell'impiego di risorse come acqua ed energia.
La sfida posta nella gestione del fine vita delle AEE dipende dal fatto che si tratta di beni formati da una pluralità di materiali diversi, a volte pregiati e spesso molto inquinanti, che, in ossequio ai principi di sostenibilità, non possono essere avviati allo smaltimento tal quale.
Il reingeneering di prodotto e la costituzione di un efficiente sistema di gestione dei RAEE è essenziale per la messa a punto delle migliore tecnologie disponibili economicamente compatibili (BAT di settore) attraverso le quali massimizzare il recupero di materia e minimizzare l'avvio di RAEE a termovalorizzazione.
La rilevanza di questo ultimo aspetto appare in tutta evidenza non appena si consideri che i principali elementi di contaminazione delle ceneri in uscita dai termovalorizzatori sono riconducibili ad elementi contenuti nei RAEE. Si tratta di uno dei principali ostacoli allo sviluppo dell'impiego delle ceneri da termovalorizzatore, come inerte di recupero, per le opere infrastrutturali in luogo della materia prima vergine.
Il presente lavoro si pone, dunque, l'obiettivo di inquadrare il sistema gestionale configurato dalla normativa, allo stato attuale dell'emanazione, evidenziando i primi risultati raggiunti sul territorio e, in particolare, le questioni emergenti dall'applicazione dei decreti attuativi, con lo scopo di portare alla luce elementi di problematicità sui quali riflettere, in un'ottica di continuo miglioramento del sistema gestionale.

Inquadramento normativo
La normativa comunitaria si occupa per la prima volta di RAEE con la Direttiva 2002/96/CE del 27 gennaio 2003 che ha, in via prioritaria, lo scopo (art. 1) di prevenire la produzione RAEE, oltre a favorirne il reimpiego, riciclaggio e ad altre forme di recupero, in modo da ridurre il volume dei rifiuti da smaltire. Si tratta di trattare, in modo corretto, le eventuali sostanze inquinanti presenti, evitandone la dispersione nell'ambiente e, al tempo stesso, riciclando il più possibile i materiali.

Con questo intervento l'Unione Europea tende a razionalizzare dal punto di vista ambientale l'attività degli operatori coinvolti nel ciclo di vita delle AEE: produttori, distributori e consumatori e gli operatori direttamente collegati al trattamento dei rifiuti, dalle stesse derivanti.

In ambito italiano, la normativa di riferimento fa capo al DLgs 151/2005, di attuazione delle Direttive Comunitarie 2002/95/CE, 2002/96/CE e 2003/108/CE, entrato in vigore con il primo gennaio 2008 ed improntato specificamente al principio, per noi rivoluzionario, della responsabilità dei Produttori, e dei Distributori di apparecchiature elettriche ed elettroniche nuove.
Si tratta di una normativa in continuo divenire, in quanto il DLgs 151/2005 prevedeva inizialmente l'emanazione di ben 12 decreti attuativi, per dare completo compimento al sistema di valorizzazione e di sostenibilità del ciclo di vita dei RAEE: di questi solo alcuni sono venuti compiutamente alla luce.

Il primo dei decreti attuativi, il DM 25/09/2007 n. 185 istituisce e disciplina il Registro Nazionale dei soggetti obbligati a costituire e finanziare il sistema di gestione dei RAEE, ma soprattutto costituisce il Centro di Coordinamento RAEE, soggetto avente come principale scopo l'ottimizzazione ed omogeneizzazione delle condizioni operative di logistica e trasporto dei RAEE, dai centri di raccolta agli impianti di trattamento, attraverso l'armonizzazione delle attività in capo ai Sistemi Collettivi.
Al Centro di Coordinamento sono, infatti, iscritti i 14 Sistemi Collettivi che riuniscono e rappresentano i Produttori di AEE e che provvedono al ritiro gratuito dei RAEE presso i Centri di Raccolta autorizzati, per avviarli a trattamento e recupero.
La normativa prevede che i Sistemi Collettivi operino in regime di libera concorrenza, al fine di garantire sia un continuo miglioramento nell'efficacia e nell'efficienza dei servizi svolti, sia un'ottimizzazione del rapporto tra prezzo e qualità del servizio fornito.
I produttori di AEE scelgono il Sistema Collettivo cui aderire, attraverso una valutazione di efficienza e di costi, mentre i rapporti tra i Sistemi Collettivi ed i Comuni sono regolati dal Centro di Coordinamento (insieme ad ANCI), sulla base di scelte finalizzate all'equità di trattamento e all'ottimizzazione dei flussi operativi.

Il DM 12/5/09 individua invece le specifiche modalità di finanziamento della gestione delle apparecchiature di illuminazione da parte dei produttori delle stesse.

Fondamentale è poi l'ultimo Decreto emanato, IL DM 8/3/10 n. 65 che stabilisce "modalità semplificate di gestione dei RAEE da parte dei distributori e degli installatori di AEE, nonché dei gestori dei centri di assistenza tecnica di tali apparecchiature"
Lo scopo di questo Decreto è massimizzare l'intercettazione dei RAEE, prevalentemente di origine domestica, (che sino ad ora seguivano, nella migliore delle ipotesi, il destino del rifiuto indifferenziato, altrimenti venivano gestiti oltre il limite della legalità, con soggetti e modalità non autorizzate) al fine di promuoverne una gestione controllata e *environmental compliant*.
A tal fine vengono introdotte una serie di semplificazioni nei formalismi che altrimenti graverebbero sui soggetti partecipanti alla filiera, consentendo l'emersione di flussi che, sono sempre esistiti di fatto, rimanendo appunto ai margini della legalità.
Si tratta di una scelta di "deregulation", finalizzata a rendere concretamente perseguibile l'obiettivo normativo, che è e rimane intercettare i RAEE prima che la loro malagestione diventi causa di sprechi e inquinamento indiscriminato.

Il percorso di semplificazione riguarda, innanzitutto, i luoghi di raggruppamento dei RAEE prima del loro conferimento presso i Centri di Raccolta urbani[1], che non devono essere autorizzati ai sensi del DLgs 152/2006, ma semplicemente iscritti in una sezione speciale dell'Albo Gestori Ambientali (tramite CCIAA).
Ulteriore elemento di semplificazione riguarda il trasporto, che può essere effettuato da automezzi non autorizzati al trasporto dei rifiuti ai sensi del DLgs 152/2006 ma semplicemente iscritti (come targhe) nella medesima sezione speciale dell'Albo Gestori Ambientali.
Il formulario ed il registro di carico e scarico sono, inoltre, sostituiti da documenti semplificati (Allegati I e II al DM 65/2010).

[1] Sono previste due tipologie di luoghi di raggruppamento: uno interno al punto vendita (PdV) l'altro (complementare o alternativo) esterno (LDRE), non accessibile a terzi e pavimentato che può essere anche multiclient (al fine di ottimizzarne i costi).

Inquadramento gestionale del sistema di raccolta dei RAEE
Il Centro di Coordinamento, in accordo con il Ministero dell'Ambiente, ha suddiviso i RAEE nei seguenti raggruppamenti:
R1 – apparecchi per la refrigerazione e il condizionamento;
R2 – altri grandi elettrodomestici ("bianco");
R3 – televisori e monitor ("bruno");
R4 – dispositivi informatici ed elettronici, piccoli elettrodomestici, apparecchi di illuminazione;
R5 – sorgenti luminose.

I RAEE si distinguono in *domestici* e *professionali*.
I primi sono rifiuti di AEE originati dai nuclei domestici e i rifiuti di AEE di origine commerciale, industriale, istituzionale e di altro tipo analoghi per natura e quantità a quelli originati dai nuclei domestici.
I RAEE professionali sono rifiuti di AEE sicuramente destinate ad un utilizzatore business, la cui fornitura sia quantitativamente importante o le cui caratteristiche siano di uso esclusivo professionale (apparecchiature che non sono impiegate/impiegabili in casa).
Con la nuova normativa, il ritiro, il trasporto ed il trattamento dei RAEE, nel pieno rispetto delle normative ambientali e massimizzando il recupero di materiali, non sono più a carico del produttore del RAEE bensì vengono gestite economicamente e organizzativamente dal produttore di AEE.

Per i *professionali* le novità introdotte dalla normativa sono sostanzialmente relative a tale nuova imputazione dei costi: diversamente da quanto accadeva in passato, oggi i costi di ritiro e trattamento sono diventati a carico del produttore dell'AEE venduto e non più a carico del Produttore del RAEE sostituito dal nuovo[2].

Molto più interessante e complesso è il nuovo flusso previsto per i RAEE domestici
La legge prevede un *"eco-contributo"* per finanziare le attività relative al trattamento e di AEE non più funzionanti, dal ritiro presso i centri di raccolta fino al recupero e allo smaltimento in appositi impianti.
Occorre chiarire che non si tratta, per il singolo produttore, di farsi carico di tutti e soli i RAEE del proprio brand, bensì di un eco-contributo calcolato preventivamente dal Sistema Collettivo, sulla base della quota di mercato detenuta da ciascun produttore (con un complesso calcolo del tasso di rientro previsto per ciascuna tipologia di RAEE).
In base alle quote di mercato dei vari Produttori, il Centro di Coordinamento assegna ai relativi Sistemi Collettivi uno o più di uno dei 5 Raggruppamenti sopra menzionati, presenti all'interno dei vari Centri di Raccolta comunali, iscritti da ogni singolo Comune al Centro di Coordinamento RAEE.
Ciascun Sistema Collettivo assegnatario di questi Raggruppamenti, provvederà a posizionarvi proprie unità di carico (scarrabili, ceste ecc.) e sarà responsabile del ritiro e trattamento.
Infatti, al riempimento delle unità di carico, il Centro di Raccolta trasmetterà, di volta in volta, al Centro di Coordinamento una richiesta di ritiro, che verrà inoltrata al Sistema Collettivo competente.
Questo ultimo manderà i propri trasportatori a ritirare i RAEE (riposizionando il cosiddetto "vuoto") con destinazione un impianto di trattamento autorizzato (e obbligatoriamente certificato dal CdC).

Con l'entrata in vigore del DM 65/2010 sugli obblighi dei Distributori, il quadro è così riassumibile:

1. i consumatori devono conferire i RAEE nei Centri di Raccolta o consegnarli ai distributori all'atto dell'acquisto di una nuova AEE.
2. i Distributori devono organizzare un servizio di ritiro e raggruppamento gratuito dei RAEE, che vengono restituiti dai consumatori al momento dell'acquisto di una nuova AEE (sia a domicilio che presso i punti vendita)
3. gli enti locali (Comuni) devono mettere a disposizione dell'utenza domestica e della distribuzione Centri di Raccolta idonei al conferimento dei RAEE domestici
4. i Produttori di AEE hanno l'onere di gestire un sistema integrato per il trattamento, e il recupero dei RAEE ritirati tramite i Sistemi Collettivi presso i Centri di Raccolta.

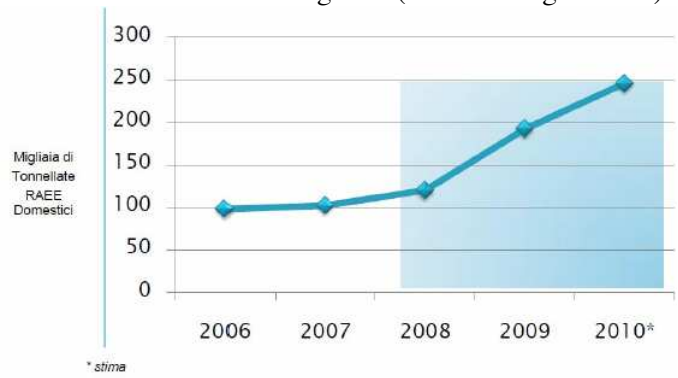
[2] L'obbligo di ritiro si ha solo quando ci sia la contestuale fornitura di apparecchiatura nuova analoga, nei limiti del cosiddetto "uno contro uno" e nel limite del doppio del peso della apparecchiatura nuova fornita.

Elementi di caratterizzazione della raccolta differenziata dei RAEE: peculiarità della situazione nazionale e lombarda

Il recepimento della Direttiva ha consentito di offrire questo servizio ad una platea di oltre 160 milioni di abitanti, per una raccolta, nel 2006, pari a circa 820.000 t di RAEE, con una media annua pari a 5,1 kg/abitante ed una punta massima di 14 kg/abitante in Svezia e Norvegia.

Secondo il Rapporto ISPRA 2010, la quantità di RAEE (complessivamente domestici ed industriali) gestita in Italia, nell'anno 2008, era pari a 408.794 t, di cui circa il 60% era avviato al riciclo/recupero dei metalli e dei composti metallici, mentre oltre il 25% veniva messo in riserva, in attesa di essere trattato, secondo una delle modalità di riciclo/recupero previsti dalla normativa.
La quantità di RAEE complessivamente avviati alle operazioni di smaltimento e recupero nel biennio 2007-2008 sono passati da 349.348 t nel 2007 a 408.794 t nel 2008, facendo registrare un incremento complessivo di oltre il 17%.
Si tratta di un primo segnale di miglioramento nella politica di gestione dei RAEE, confermato dal trend relativo ai RAEE domestici, elaborato dal Centro di Coordinamento RAEE (tab. 1), che evidenzia, in particolare, il significativo aumento a partire dall'entrata in vigore della specifica normativa.

Tab. 1 – Andamento dei volumi dei rifiuti domestici gestiti (valori in migliaia di t)



Fonte: Centro di coordinamento RAEE

L'andamento delle singole tipologie di RAEE (tab. 2) raggruppate secondo la classificazione del Centro di Coordinamento, in accordo con il Ministero dell'Ambiente, evidenzia un trend caratterizzato da una crescita generalizzata nell'ultimo biennio, che porta ad un valore medio del 27%.
Particolarmente marcata risulta la crescita del raggruppamento comprendente i televisori e monitor. A riguardo, è possibile, a nostro avviso, individuare almeno due cause riconducibili, in primo luogo, all'entrata in vigore, presso la distribuzione, del sistema di ritiro "uno contro uno", al momento dell'acquisto di una nuova AEE, equivalente per funzione, all'apparecchiatura che si dismette.

Tab. 2 – Andamento dei RAEE gestiti nel biennio 2009-10 (valori espressi in tonnellate)

Raggruppamento	Anno 2009	Anno 2010	Variazione %
R1	56.962,44	66.150,88	16%
R2	46.598,10	59.885,20	29%
R3	57.946,78	80.981,95	40%
R4	30.882,62	37.405,97	21%
R5	652,83	804,45	23%
Totale	193.042,77	245.228,45	27%

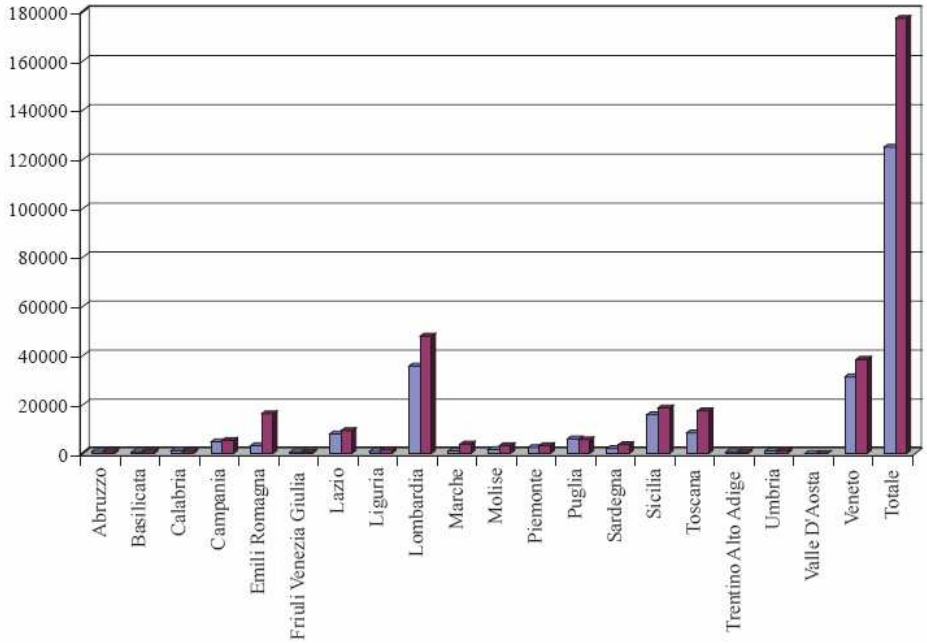
Fonte: Centro di Coordinamento RAEE

In secondo luogo, occorre considerare che, gli anni esaminati, coincidono con la transizione delle trasmissioni televisive dall'analogico al digitale, che ha favorito un rinnovo del "parco televisori" più datati e non compatibili con la nuova tecnologia. I dati relativi all'anno 2011 potranno fornire ulteriori elementi di valutazione a riguardo.

L'attivazione della gestione dei RAEE, in particolare di quelli domestici, non si è espressa in modo uniforme sul territorio nazionale (tab. 3): la Regione nella quale è stata massima la raccolta di RAEE è la Lombardia,

dove si concentra, poco meno del 27% della raccolta nazionale di RAEE domestici, con un quantitativo pari a circa 47,8 mila tonnellate nel 2008, con un incremento del 34% rispetto all'anno precedente. Altra Regione "di punta" si è rivelata il Veneto che, con oltre 38 mila tonnellate nel 2008 e un incremento di circa il 23% rispetto all'anno precedente, contribuisce per più del 21% alla raccolta nazionale dei RAEE domestici.
La sola estensione o densità di popolazione non giustificano l'entità dei risultati espressi, soprattutto se confrontate con altre Regioni densamente popolate del Paese (Piemonte 1,74% della raccolta nazionale di RAEE domestici, Campania 3,01%, ecc.). Complessivamente, nel 2008, 6 regioni (Emilia Romagna, Lazio, Lombardia, Sicilia, Toscana e Veneto) raccolgono oltre l'83% del totale dei RAEE domestici intercettati su scala nazionale.

Tab. 3 - Quantitativi di RAEE domestici, gestiti per Regione, anni 2007-2008 (valori espressi in t)



Fonte: ISPRA, Rapporto rifiuti speciali 2010

Per tentare di comprendere le ragioni delle disparità emerse nell'analisi dello scenario nazionale, si è scelto di analizzare nel dettaglio la situazione nella regione Lombardia, negli anni precedenti l'emanazione e l'avvio dell'attuazione del corpus normativo riguardante la gestione dei RAEE.

Tab. 4 – Quantitativi di RAEE domestici raccolti in Lombardia

	2004		2005		2006		2007		2008	
	tonnellate	kg/ab*anno	tonnellate	kg/ab*anno	tonnellate	kg/ab*anno	tonnellate	kg/ab*anno	tonnellate	kg/ab*anno
Bergamo	1.728,2	1,69	1.998,5	1,94	2.501,6	2,40	2.757,2	2,60	3.867,5	3,59
Brescia	2.317,2	1,98	2.657,8	2,25	2.946,7	2,47	3.281,8	2,71	4.007,2	3,26
Como	995,9	1,78	1.097,2	1,94	1.301,6	2,27	1.414,3	2,45	1.734,9	2,97
Cremona	881,2	2,55	980,6	2,82	1.364,9	3,90	1.437,2	4,04	1.549,3	4,32
Lecco	813,3	2,53	919,1	2,83	1.024,9	3,13	1.134,2	3,42	1.382,6	4,12
Lodi	496,1	2,38	573,5	2,71	625,9	2,91	756,3	3,44	800,4	3,58
Mantova	705,0	2,96	897,2	2,28	1.096,8	2,76	1.064,2	2,88	1.252,2	3,06
Milano	7.110,8	1,85	7.419,9	1,92	8.484,3	2,18	10.148,7	2,60	12.485,8	3,17
Pavia	1.094,4	2,42	1.564,8	4,33	1.468,9	2,81	1.491,0	2,81	1.645,7	3,06
Sondrio	497,4	2,78	501,0	2,79	746,6	4,14	827,5	4,59	987,0	5,43
Varese	2.080,0	2,47	2.241,7	2,65	2.566,8	3,00	2.893,7	3,35	3.779,7	4,34

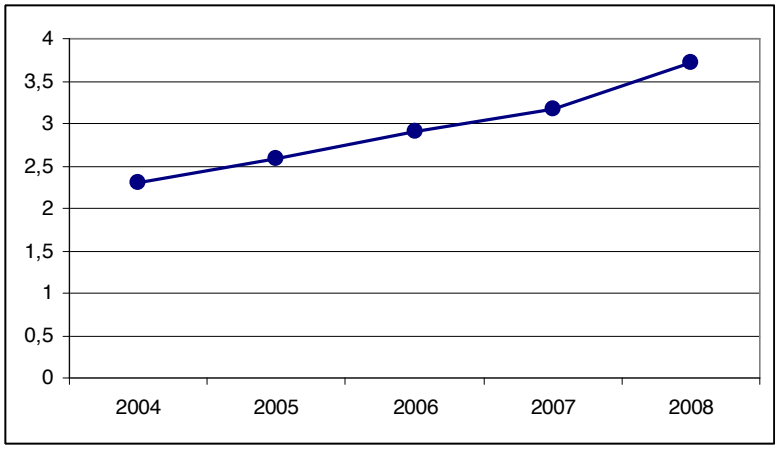
Fonte: dati ARPA Lombardia, 2008

Si sono analizzati (tab. 4) per il quinquennio 2004-2008 i valori relativi alla raccolta differenziata dei RAEE, disaggregati per capoluogo di provincia, così come sono stati forniti da ARPA Lombardia[3].

[3] Il valore complessivo della raccolta di RAEE domestici in Lombardia, calcolato utilizzando il valori forniti da ARPA risulta sottodimensionato rispetto al valore emergente dal Rapporto rifiuti 2010 di ISPRA. Ai fini del presente lavoro, tuttavia, l'aspetto di maggiore rilievo consiste nella possibilità di documentare una "tradizione" consolidata nella Regione Lombardia di raccolta

I dati evidenziano un trend in netta crescita in tutte le Province con valori di raccolta pro capite che, nel 2008, variano da un minimo di 2,97 kg/ab *anno in provincia di Como, ad un massimo di 5,43 kg/ab*anno in provincia di Sondrio, con una media regionale di 3,72 kg/ab*anno.
Nel corso del quinquennio la media pro capite annua è passata da 2,31 kg a 3,72 kg con un incremento tendenzialmente costante che assomma complessivamente al 61% (tab. 5).
Si tratta di risultati tendenzialmente in linea con la media europea, sopra riportata, ed espressione di un impegno consolidato nella raccolta dei RAEE, che sicuramente ha favorito l'attuazione dei nuovi dispositivi normativi.

Tab. 5 – Andamento della produzione media pro capite annua in Lombardia (valori espressi in kg/ab*anno)



Fonte: dati ARPA Lombardia, 2008

Uno dei vantaggi di cui ha potuto godere il sistema di raccolta differenziata lombardo è, a nostro avviso, legato alla presenza di un'utenza già avvezza da tempo a differenziare e a conferire in apposite postazioni la frazione dei RAEE. In questo caso, si è trattato di implementare una normativa che punta a migliorare in efficacia ed efficienza il percorso di recupero dei RAEE, ottimizzando comportamenti virtuosi già diffusi.

Aspetti problematici nell'attuazione della normativa
Come già sottolineato il dettato normativo del DLgs 151/2005 troverà compiuta applicazione solo con l'emanazione di tutti i decreti attuativi previsti, tuttavia, i percorsi di attivazione di quelle fasi gestionali adeguatamente normate hanno consentito di individuare alcuni elementi sui quali è opportuno avviare un percorso di riflessione.

L'aspetto che maggiormente si evidenzia, nell'esaminare i dati forniti dal Centri di Coordinamento dei RAEE è la disomogeneità nei quantitativi di rifiuti intercettati per tipologia di raggruppamento (tab. 6).
Sicuramente, essendo i valori conteggiati in base al peso, i raggruppamenti R1 e R2 assumono rapidamente valori significativi, grazie alle dimensioni dei beni che li compongono. Tuttavia, la crescita di circa 3 punti percentuali del raggruppamento R3 è indice di un sensibile miglioramento nella capacità di intercettazione dei monitor/video da parte del sistema.
I raggruppamenti che non evidenziano alcun miglioramento (nel caso di R4 addirittura un peggioramento) sono riconducibili alle AEE di dimensioni minori che, a fine vita, nella maggioranza dei casi finiscono nell'indifferenziato, per essere smaltiti secondo vie non consone con le loro caratteristiche merceologiche.

Tab. 6 – Composizione dei RAEE intercettati, in base al raggruppamento di appartenenza

differenziata dei RAEE, con conseguenti positive ricadute in fase di attivazione del meccanismo di gestione configurato dal DLgs 151/2005.

Raggruppamento	Anno 2009	Anno 2010
R1 – apparecchi per la refrigerazione e il condizionamento;	29,5%	27,0%
R2 – altri grandi elettrodomestici ("bianco");	24,1%	24,4%
R3 – televisori e monitor ("bruno");	30,0%	33,0%
R4 – dispositivi informatici ed elettronici, piccoli elettrodomestici, apparecchi di illuminazione;	16,0%	15,3%
R5 – sorgenti luminose	0,3%	0,3%
TOTALE	100,0%	100,0%

Fonte: Centro di Coordinamento RAEE

Anche l'attivazione della procedura "uno contro uno" di ritiro dei RAEE, divenuta obbligatoria per la distribuzione, non sembra incidere positivamente su questi raggruppamenti, così come, invece, sembra essere successo per il raggruppamento R3.
In effetti, mentre all'acquisto di una AEE di dimensioni medio-grandi (dal frigorifero al televisore) normalmente corrisponde la restituzione al distributore di un RAEE equivalente, nel caso dei piccoli elettrodomestici è facile per un'utenza domestica liberarsi di un piccolo RAEE, che può essere agevolmente collocato nel sacco nero dell'indifferenziato.
Si tratta di categorie di RAEE per le quali occorre, a nostro avviso, prevedere, in accordo con l'ente locale responsabile della raccolta differenziata, campagne di sensibilizzazione della popolazione, realizzare punti di conferimento più capillari, più facilmente accessibili e, laddove esistenti, meglio segnalati all'utenza interessata.

Altro aspetto problematico segnalato dagli operatori del settore riguarda l'organizzazione dei Centri di Raccolta realizzati dagli Enti locali, che diventano nodi strategici per lo stoccaggio temporaneo e lo smistamento dei vari raggruppamenti di RAEE conferiti sia dai singoli cittadini, sia, soprattutto, dalla distribuzione.
Il DLgs 151/2005 prevede incentivi economici a favore dei Centri di Raccolta più efficienti nello svolgimento delle funzioni loro demandate. Ciononostante, allo stato attuale, sono numerosi gli operatori che si devono organizzare in modo da conferire direttamente all'impianto di trattamento le frazioni RAEE, raccolte separatamente, perché i Centri di Raccolta della zona non sono in grado di accogliere il materiale da stoccare, sia a causa di vincoli logistici, sia a causa di rallentamenti burocratico-amministrativi.

Conclusioni
La cronica carenza di materie prime che caratterizza il nostro Paese rende particolarmente acuto il problema del recupero di materia ed energia dai rifiuti, in particolare, risulta di grande interesse l'attuazione delle normative comunitarie in materia di raccolta differenziata dei RAEE, da cui ricavare "materie prime seconde" da reinserire nel ciclo produttivo. Oggi, la principale destinazione dei RAEE è l'avvio al riciclo/recupero dei metalli e dei composti metallici, che costituiscono una delle frazioni merceologiche maggiormente rappresentate in questa categoria di rifiuti.
Il sistema che si sta configurando, in linea con il dettato comunitario, recepito dal legislatore italiano con il DLgs 151/2005, prevede un ruolo centrale ed innovativo del produttore di AEE che, proporzionalmente alla quota di mercato del proprio brand, dovrà intervenire a finanziare il sistema di gestione dei RAEE. Si tratta, a nostro avviso, di una scelta coerente con gli indirizzi di politica ambientale comunitaria, basati, fra l'altro, sul principio del chi inquina paga, che, operativamente, si traduce in una responsabilità "dalla culla alla tomba" per i produttori dei beni.
I risultati della raccolta differenziata, in Italia, si presentano come molto differenziati fra Regioni. Visti i positivi risultati raggiunti dalla Regione Lombardia, si è esaminato il percorso che ha portato alla strutturazione del sistema attualmente esistente. Si ritiene di poter affermare che, uno degli elementi strategici per la configurazione della buona posizione attuale, sia da ricondurre alla scelta del sistema Lombardia di attivarsi nella direzione della raccolta differenziata dei RAEE, ancora prima che fosse dato recepimento al dispositivo comunitario. Come noto, il settore della raccolta dei rifiuti non può raggiungere eccellenze nell'efficacia e nell'efficienza del servizio fornito, in assenza di attiva partecipazione dell'utenza. Il coinvolgimento della stessa rappresenta sempre una sfida e, in ogni caso, richiede tempi di maturazione medio-lunghi. Pertanto, la scelta di partire con largo anticipo rispetto all'obbligo normativo, ha

probabilmente consentito alla Regione di sensibilizzare la collettività, inducendo comportamenti virtuosi nello smaltimento dei RAEE.
Il confronto con gli operatori del settore ha consentito di evidenziare, peraltro, alcuni aspetti del sistema di gestione RAEE, che necessitano dell'emanazione di linee guida o pareri pro veritate che siano dirimenti di situazioni dubbie, quali ad esempio i tempi massimi di residenza dei RAEE nei luoghi di raggruppamento o il peso massimo di materiali stoccabili in luoghi di raggruppamento multiclient. Parallelamente si sente la necessità di una maggiore collaborazione con gli Enti locali, titolari dei Centri di Raccolta in cui dovrebbero essere stoccati i RAEE suddivisi per raggruppamento in attesa di essere prelevati dai Sistemi Collettivi. Spesso tali centri risultano sottodimensionati o non adeguatamente informati circa la loro funzione nell'ambito del sistema di gestione RAEE. Si tratta, inoltre, di un'opportunità per gli enti locali che potrebbero godere di incentivi economici assegnati ai Centri di Raccolta maggiormente efficienti.
L'opportunità di intercettare i RAEE domestici prima che confluiscano, impropriamente, nell'indifferenziato, consente una riduzione del materiale da avviare a smaltimento finale e limita il conferimento di rifiuti urbani "inquinati" da metalli ferrosi e non. Nello smaltimento finale tramite termovalorizzazione, la modificazione merceologica del rifiuto in entrata incide, ovviamente sulle caratteristiche chimico-fisiche delle ceneri in uscita dalla camera di combustione. Si tratta di materiale che rappresenta circa il 10% in peso, ma oltre il 20% in volume del rifiuto incenerito e con il progressivo aumento delle frazioni indifferenziate avviate a termovalorizzazione, i volumi di ceneri da gestire diventano significativi. Nella letteratura[4] di settore si è evidenziato come la presenza di metalli, in quantità indesiderate costituisca, il principale ostacolo all'assimilazione di tali materiali ad inerti, utilizzabili per viabilità pubblica o ripristino ambientale di aree degradate, al posto di inerte vergine.

Bibliografia

- Albertazzi Bernardino "Guida alla gestione dei RAEE, delle pile e dei Centri di Raccolta" Ipsoa 2011
- Elena Bonafè, Marcello Franco "Gestione e controllo dei rifiuti speciali guida pratica alla disciplina dei rifiuti come modificata in attuazione della direttiva 2008/98/CE", Hyper 2011
- ISPRA, "Rapporto rifiuti speciali", Edizione 2010
- Patrizia Cinquina "La gestione e il recupero dei rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche, pile, batterie ed accumulatori", edizioni Maggioli 2010
- Paolo Pipere, "Le apparecchiature elettriche ed elettroniche, le pile e gli accumulatori. Gli obblighi introdotti dalle Direttive 2002/95/CE, 2002/96/CE, e 2006/66/CE in tema di produzione gestione e recupero", Hyper Edizioni, Venezia, prima edizione 2009,
- Paolo Pipere, "RAEE. Produzione e recupero delle apparecchiature elettriche ed elettroniche", Hyper Edizioni, Venezia, Terza edizione 2007,
- V.Vaccari, C.Cordoni "Le ceneri da termovalorizzatore, rifiuto o materia da recuperare?", ECOMONDO 2006"Ambiente: tecnologie, controlli e certificazioni per il recupero e la valorizzazione di materiali ed energie" Atti dei Seminari, Rimini 8-11/11/2006, pp. 374 - 379 vol. 1, Maggioli Editore

Summary
RAEE: ASSESSMENT ELEMENTS

This work aims to frame the WEEE recycling field by underlining the innovation elements evidenced from legislation and by characterizing the guidelines of the new management system. The subjects involved in various stages of the process are identified. Starting from an analysis of sector development in terms of quantity, both at national and a case of regional level, some strategic elements for achieving the objectives of effectiveness and efficiency of service are highlighted. The initial results, emerging from the normative application, detect problems and perspectives to be integrated and explored. From the work the importance emerges of full implementation of the material recovery process from WEEE. This way permits to apply as much as possible to the EU directives regarding the sustainable management of the environment and resources.

[4] -V. Vaccari, P. Ramponi, A. Vignali, Ashes as a resource – transformation processes and potential uses, ISWA World Congress 2003 & Ozwaste Trade Exhibition "Sustainability in a new world", Melbourne 9-14/11/2003, iw181, 1-19.
-Vaccari V., Ramponi P., Vignali A., Ashes as a resource. In: Forum Ware International, ISSN 1810-7028, 1 (2005), p. 23 – 32
-Two days International Seminar on "Sustainable development in Cement and Concrete Industries, Ashes of Municipal Solid Wate from incineration Plants and mineral Addition in Concrete Mixtures, 2003
- International Ash Utilization Symposium, Use of Bottom Ash from Municipal Solid Waste Incineration as a Road Material, 2001

FILIERA AGROALIMENTARE E SOSTENIBILITA' AMBIENTALE

ISABELLA MARIA DE CLEMENTE, GIANCARLO PALUMBO
Sezione di Scienze Merceologiche, Dipartimento A.P.E.S.L.P.T., Università di Napoli Federico II
Via Cintia n. 26, Monte S. Angelo, 80126, Napoli
e-mail: isabellamaria.declemente@unina.it

Riassunto
Il territorio agricolo rappresenta un serbatoio di approvvigionamento di biomassa, il cui sfruttamento a fini energetici può essere effettuato solo tenendo conto dell'interazione tra lo sfruttamento e la salvaguardia del territorio. È infatti l'intero ecosistema ad essere interessato alla produzione e all'utilizzo della biomassa: dal processo di fotosintesi clorofilliana alle catene alimentari più o meno complesse e tutto ciò implica interazioni con il territorio inteso non solo in senso fisico ma anche socio-economico. Considerato l'equilibrio precario dei diversi ecosistemi produrre bioenergia potrebbe non essere completamente "positivo" nei confronti dell'ambiente.

È nota la stretta interconnessione tra cambiamenti climatici e agricoltura, responsabile di emissione di gas serra e relative implicazioni ambientali, economiche e sanitarie; la produzione agricola tra l'altro necessita di terreno, sottratto ad altre destinazioni, foreste comprese. La vegetazione ha una funzione ben precisa nel combattere l'inquinamento, considerato il suo ruolo nella fotosintesi clorofilliana, perciò rappresenta un bene da salvaguardare, da arricchire, ovunque sia possibile, con la coltivazione dei terreni e il rimboschimento, anche per la funzione anti-erosione degli apparati radicali degli alberi.
Quando si parla di inquinamento non mancano poi i denigratori del comparto zootecnico, accusato di concorrervi con le esalazioni animali, nonostante i dati dimostrino che esso contribuisce alle emissioni gassose solo per il 7%. Tuttavia le deiezioni animali, il letame e i liquami, da sempre utilizzati come fertilizzanti naturali sono, negli ultimi anni, oggetto di particolare attenzione: immessi in appositi digestori, in seguito a fermentazione controllata, danno origine a biogas utilizzabile tal quale o dopo trasformazione in energia. Tant'è che la digestione anaerobica non viene più intesa semplicemente come trattamento finalizzato a ridurre l'impatto ambientale degli effluenti zootecnici, ma come una vera e propria alternativa produttiva che incide più che positivamente sulla produzione lorda vendibile dell'azienda (*Tab. 1 e Tab. 2*). Il biogas rappresenta infatti una nuova possibilità di reddito nel momento in cui, oltre ad essere utilizzato internamente, può essere commercializzato e immesso in rete e l'aspetto ambientale è considerato un ulteriore vantaggio e non la motivazione principale (Navarotto P., 2007). Per realizzare ciò è ovvio che occorrono risorse, un buon numero di capi di bestiame in stalla, nonché adeguate superfici coltivabili al fine di valorizzare anche biomasse agricole, sia di scarto che appositamente prodotte, da codigerire unitamente ai liquami zootecnici per implementare così la produzione di energia e rendere economicamente interessante la realizzazione dell'impianto (Tirelli F., 2010).

Tab.1 – Materie organiche adatte alla produzione di biogas (Rampichini A., 2008)

Tra le altre, le seguenti materie organiche sono adatte a produrre biogas. Le cifre tra parentesi mostrano la resa di biogas in m^3 N per tonnellata di materia umida:

- concime liquido, concime solido (20 – 70)
- rifiuti organici domestici raccolti separatamente (10 – 200)
- materie prime di sviluppo secondario, ad esempio, granoturco da foraggio, cereali non alimentari (180 – 300) fango di liquame e morchia di grasso (80 – 150)
- grasso vecchio (1.000)
- erba, ad esempio, proveniente da superfici messe a riposo dalla UE (150 – 200)
- rifiuti organici provenienti da macelli (100), fabbriche di birra e distillerie (20), torchi (30), caseifici (25), industria della cellulosa o di produzione dello zucchero (40 – 60)

Tab. 2 – Vantaggi del biogas (Rampichini A., 2008)

- Smaltimento alternativo di letame, concime liquido e rifiuti organici che vengono utilizzati al contempo come fonte di energia, in sostituzione dei combustibili tradizionali
- Alto potenziale di riduzione dell'effetto serra
- Altamente efficiente per la produzione di energia e calore
- Il restante substrato proveniente dal digestore può essere usato come fertilizzante agricolo di alta qualità, che ha le caratteristiche di neutralizzare l'effetto acido con un valore di pH più alto, di conservare i nutrienti e di essere quasi inodore

Biomassa e valorizzazione energetica

L'uomo ha sempre fatto riferimento per il soddisfacimento dei suoi fabbisogni alimentari, industriali, energetici, a quella che genericamente viene indicata come biomassa, che rappresenta la forma più sofisticata per l'accumulo dell'energia solare. É quindi da considerarsi *biomassa* ogni sostanza direttamente o indirettamente correlata alla fotosintesi clorofilliana, naturalmente disponibile o appositamente derivata dalle diverse attività umane, come sottoprodotto o residuo improduttivo di varie attività[1]. In particolare qualsiasi processo, industriale o non, che implichi materiale organico, produce residui che potenzialmente possono essere sfruttati, nel caso specifico, a fini energetici. Ma cosa si intende per bioenergia e quali sono le caratteristiche del settore?

Non è semplice da analizzare tale settore già per la definizione stessa di biomassa che, comprendendo una grande varietà di materiali di natura estremamente eterogenea, non è univoca e varia in funzione della destinazione finale e del contesto. Inoltre, a differenza di quanto avviene con i combustibili fossili, per i quali le tecniche di produzione di energia sono relativamente limitate, nel caso della biomassa diverse sono le tecnologie sfruttabili (Radica W., 2009).

Adeguati trattamenti biologici e termochimici consentono infatti la conversione in energia elettrica e/o termica (biopower): i primi tramite processi di digestione anaerobica di rifiuti zootecnici, civili o agroindustriali portano alla formazione di biogas, i secondi invece, basati sull'azione del calore, sono rivolti a materiali e residui cellulosici e legnosi, il cui contenuto di umidità non superi il 30%. Ai processi citati vanno poi aggiunti quelli per la trasformazione in biocombustibili liquidi quali biodiesel e bioetanolo (normalmente utilizzati nel settore dei trasporti in motori a combustione interna), quest'ultimo ottenuto utilizzando colture energetiche (cereali, canna da zucchero e barbabietola), mentre il primo da oli vegetali grezzi o raffinati (essenzialmente colza e girasole in ambito UE e soia per gli USA), e ciò in accordo con la Direttiva Comunitaria 2003/30, recepita in Italia con il Dlgs 128/2005. La disponibilità in loco e la tipologia di biomassa utilizzata si riflettono ovviamente sulla competitività degli impianti rispetto alle altre fonti rinnovabili, in quanto il costo di approvvigionamento del combustibile incide fino al 45% sul costo totale della produzione di energia (*Tab. 3*).

Tab.3 – Produzione lorda degli impianti da fonte rinnovabile in Italia dal 2002 al 2006

Fonte (GWh)	2002	2003	2004	2005	2006
Idrica (da apporti naturali)	39.519	36.674	42.744	36.066	36.994
di cui <10 MW	8.048	7.191	8.859	7.615	7.875
Eolica	1.404	1.458	1.846	2.343	2.970
Fotovoltaica	4	5	4	4	2
Geotermica	4.662	5.341	5.437	5.324	5.527
Biomasse e rifiuti	3.422	4.493	5.637	6.154	6.744
di cui: rifiuti solidi urbani	2.427	3.460	2.276	2.619	2.916
colture e altri rifiuti agro industriali	1.051	1.648	2.190	2.337	2.491
biogas	943	1.033	1.170	1.198	1.335
Totale	49.012	47.966	55.262	49.893	52.239

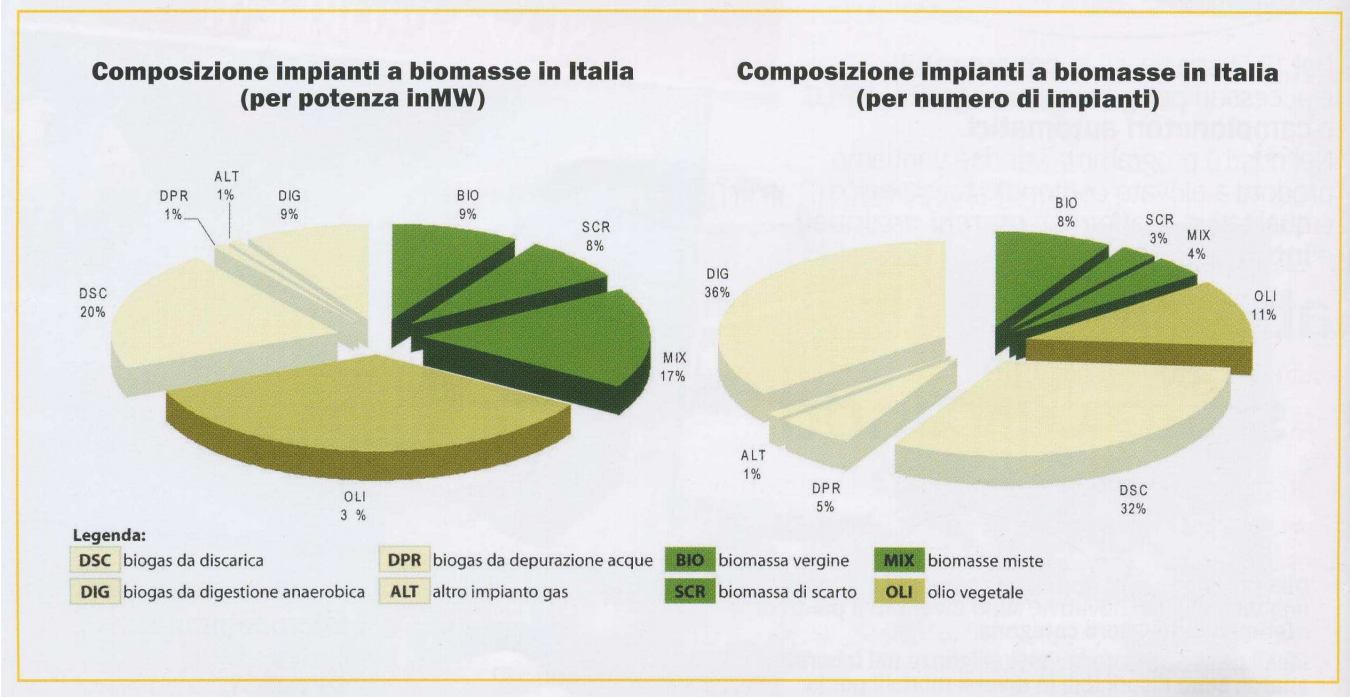
Fonte: elaborazione ARTI su Terna (2007)

[1] Biomassa è "*la parte biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui provenienti dall'agricoltura (comprendente sostanze vegetali ed animali), dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali ed urbani*" (D.Lgs. 29 dicembre 2003, n. 387)

La carenza di informazioni nel settore delle bioenergie ha indotto l'Associazione Produttori Energia da fonti Rinnovabili (APER) a promuovere una ricerca, conclusasi nel settembre 2009, finalizzata all'individuazione degli impianti a biomassa presenti sul territorio nazionale. L'assenza di dati completi ed univoci sulla loro reale diffusione è certamente conseguenza delle caratteristiche intrinseche della fonte (Fig.1):

- la definizione stessa, che mostra la sua estrema eterogeneità e la sua vasta diffusione;
- l'affinità con i rifiuti;
- l'incertezza normativa;
- la possibilità di sfruttamento unitamente a fonti fossili;
- le importazioni ed il commercio che svincolano la diffusione degli impianti dalla disponibilità della risorsa sul territorio.

L'indagine ha rilevato la presenza di oltre 700 impianti, per una potenza installata di circa 1.500 MW, quasi egualmente ripartita tra bioliquidi, biomasse solide e biogas, quest'ultimo con una netta prevalenza relativamente al numero di impianti. Uniformemente distribuiti sul territorio nazionale, presentano una leggera prevalenza in Lombardia, Emilia Romagna, Piemonte e Puglia (AA.VV., 2010).



Da filiera agro-alimentare a filiera agro-energetica

Utilizzare biomasse come fonte di energia rinnovabile significa recuperare residui agricoli, di manutenzione forestale, dell'industria del legno, di quella agroalimentare, quindi materia prima vegetale residuale oppure materia prima ottenuta attraverso apposite coltivazioni energetiche. La foresta ed il territorio agricolo rappresentano quindi i serbatoi di approvvigionamento delle biomasse il cui sfruttamento energetico può essere effettuato tenendo conto dell'interazione tra lo sfruttamento e la salvaguardia del territorio.

Vanno però considerati i problemi laterali, come gli effetti ecologici negativi di un disboscamento irrazionale per ricavare legno da energia, o dell'utilizzo di colture intensive per ricavare carburanti, a spese della fertilità del suolo. È infatti l'intero ecosistema ad essere implicato nella produzione e nell'utilizzo della biomassa: dal processo di fotosintesi clorofilliana alle catene alimentari più o meno complesse, alle diverse lavorazioni industriali del legno e delle fibre; tutto ciò implica interazioni con il territorio inteso non solo in senso fisico ma anche socio-economico. Considerato l'equilibrio precario dei diversi ecosistemi (aria, terra e acqua) produrre bioenergia potrebbe non essere completamente "positivo" nei confronti dell'ambiente (Ganapini W., 2008). Tuttavia le biomasse, oltre a essere inesauribili, risultano meno inquinanti e allo stesso tempo possono consentire di risolvere i problemi dovuti sia allo smaltimento dei rifiuti che alla crisi del settore agricolo.

Certamente utilizzare materia organica per produrre energia non è qualcosa di nuovo, infatti la materia prima energetica fondamentale fin dall'antichità è stata il legno, il cui utilizzo soprattutto nei paesi industrializzati

si è ridotto drasticamente prima per l'avvento del carbone e successivamente del petrolio. La sfida dell'odierna civiltà è rappresentata dall'adattamento delle esperienze del passato alle esigenze del presente e soprattutto del futuro.
Gli ultimi anni hanno sempre più evidenziato il problema della disponibilità e della economicità delle fonti energetiche tradizionali, il dilemma, le incertezze dell'energia nucleare e, in quest'ottica, le fonti energetiche rinnovabili rappresentano la grande sfida dei prossimi anni.
Allo stato attuale il fabbisogno energetico mondiale è soddisfatto prevalentemente dal petrolio (35%), dal carbone (25 %) e dal gas naturale (20%), contro il 13% delle fonti rinnovabili. In *Tab. 4* sono riportati alcuni dati sui consumi energetici europei la cui quota, relativamente alle rinnovabili, è destinata a crescere per effetto dei recenti orientamenti della politica energetica finalizzata a combattere i cambiamenti climatici, accrescere la sicurezza dell'approvvigionamento e la competitività (Tonelli C., Soave C., 2008).

Tab. 4 – Fonti energetiche utilizzate in Italia ed in Europa (in %) (Trifirò F., 2009)

	Nucleare	**Petrolio**	**Gas**	**Carbone**	**Rinnovabili**
Italia	0	45	38	7	9
EU27	14	37	24	18	7

Per garantire sicurezza energetica interna, gli intenti di ciascun paese membro devono essere indirizzati alla riduzione delle emissioni di gas serra, della quota di importazione di materie prime e degli sprechi (1/3 dell'energia si perde nel trasporto); all'aumento dell'efficienza energetica; al proprio ruolo leader nella ricerca e nello sviluppo delle nuove tecnologie e all'integrazione della propria politica energetica con quella degli altri Paesi europei (Trifirò F, 2009).
Il cosiddetto pacchetto 20-20-20, con i suoi obiettivi concreti e ambiziosi, prevede infatti:

- la riduzione di almeno il 20 %, rispetto ai livelli del 1990, delle emissioni di CO_2;
- l'ottenimento del 20% di tutta l'energia prodotta da fonti rinnovabili, incluso l'utilizzo di almeno il 10% di biocombustibili per il trasporto;
- la diminuzione del 20% della domanda di energia aumentando l'efficienza energetica e diminuendo gli sprechi.

E tale è la strategia per il 2020 approvata con Direttiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 aprile 2009 (Bocchi G., 2009).
Nel nostro Paese dove grande è il dibattito sulle iniziative da intraprendere per soddisfare il fabbisogno energetico futuro, essa si è tradotta in un duplice obiettivo vincolante per il 2020:

- taglio del 14% delle emissioni di CO_2 rispetto ai valori del 2005;
- raggiungimento di una quota di energia rinnovabile pari al 17% del consumo finale lordo (nel 2005 tale quota era del 5,2%).

La necessità quindi di adeguarsi agli standard del Protocollo di Kyoto, il continuo aumento del prezzo del petrolio e la necessità di ridurre le importazioni di combustibili fossili, sono alla base dell'interesse della ricerca scientifica e delle imprese verso le nuove fonti di energia. In particolare, la necessità di diversificare fonti e mercati di approvvigionamento e la crescente sensibilità verso le energie verdi sono solo alcuni dei fattori responsabili, negli ultimi anni, del maggiore interesse verso un settore, certamente non nuovo, come quello della bioenergia. Tant'è che, grazie all'impegno concreto di alcune imprese e al rinnovato interesse del mondo della ricerca, in diverse zone del nostro Paese rappresenta un'importante realtà l'azienda agro-energetica, intendendo per essa un'impresa agricola che organizza i fattori della produzione per coltivare, produrre e vendere energia rinnovabile.
Ma la considerazione che lo sviluppo di biocombustibili potrebbe portare più costi che benefici, anche a livello di emissioni di CO_2, ha infiammato negli ultimi anni il dibattito sull'opportunità di perseguire sulla strada intrapresa e, da più parti, è sentita l'esigenza di istituire norme più severe per la loro produzione. Il rischio è infatti quello di permettere una produzione massiccia, che potrebbe portare alla destinazione di interi territori alla produzione agricola con conseguente eventuale deforestazione e distruzione di ecosistemi fondamentali. Senza tralasciare che un'aumentata produzione agricola, comportando anche penuria d'acqua, può determinare scompensi sul mercato delle materie prime alimentari visto l'aumento dei prezzi dei mangimi per il bestiame. Il ricorso a materie prime rinnovabili rappresenta quindi una scelta complessa: la riduzione delle emissioni di anidride carbonica non è sufficiente a giustificarne la produzione, occorre considerare il conflitto con l'approvvigionamento alimentare, il benessere rurale e lo sfruttamento del suolo, la biodiversità, nonché le potenziali implicazioni sui prezzi delle materie prime.

La stima per un territorio della sua capacità in termini di produzione di bioenergia, non può non tener conto del potenziale di energia ambientalmente compatibile, cioè tecnicamente disponibile da biomassa primaria, assumendo però che non si verifichino ulteriori pressioni su biodiversità, suolo e risorse idriche. Da numerose ricerche è emerso il diverso impatto ambientale dei biocarburanti in relazione alla localizzazione e alle filiere produttive, rendendo così necessaria una più attenta valutazione secondo i casi (Scacchi C.C.O. et al., 2009). Certamente vecchie foreste a limitato intervento umano o le foreste vergini non potranno essere destinate a questo tipo di agricoltura, così come le aree ad elevata biodiversità, le paludi e le torbiere.
Ma come evitare che le colture da energia competano con le colture destinate all'alimentazione, visto che è proprio il mais, destinato alla produzione di bioetanolo, uno dei responsabili dell'attuale aumento del costo dei cereali?
È evidente che i biocarburanti, cosiddetti di prima generazione, siano strettamente collegati alla catena agricola alimentare, la cui produzione in questi ultimi anni non è cresciuta abbastanza per soddisfare il consistente aumento della domanda, dovuto sia all'incremento demografico sia alla richiesta sempre maggiore di utilizzare parte delle coltivazioni a scopo energetico. Quale potrebbe essere dunque la soluzione?
Certamente nel panorama energetico i biocarburanti hanno una loro precisa collocazione, pertanto non è possibile rinunciare alla loro produzione, ma è necessario ricorrere a sistemi che non comportino competitività con le colture alimentari (come ad esempio canna da zucchero e granella di mais, attualmente usati in Brasile e Stati Uniti), che richiedano bassi consumi idrici, costi di produzione e conversione contenuti e, infine, con un netto bilancio energetico positivo, ossia più energia restituita rispetto all'energia impiegata per produrli.
In questo contesto si collocano meglio i biocarburanti di seconda generazione, ottenuti da processi che sfruttano materiali ligno-cellulosici come piante erbacee e legnose, residui agricoli e forestali, grandi quantità di scarti urbani e industriali. Il vantaggio dell'utilizzo di tale biomassa consiste nella possibilità di sfruttare non solo la parte zuccherina o cellulosica della pianta, che coincide spesso con quella utilizzabile per scopi alimentari, ma anche le altre sue parti, altrimenti inutilizzate, come gli strati esterni del seme, oppure scarti di potatura e rifiuti organici.
Tutto ciò si traduce nella totale indipendenza del settore bioenergetico dalla catena agricola per mancanza di competitività con le coltivazioni destinate al consumo alimentare, alle quali non viene così sottratto terreno, scongiurando anche il pericolo di un'eventuale deforestazione. (Tonelli C., Soave C. 2008).

Bibliografia

Navarotto P., "La riscoperta del biogas", Acqua&Aria, 6, 22-25, 2007
Rampichini A., "Il biogas come fonte di energia", Inquinamento, 68-70, Marzo 2008
Tirelli F., "Zootecnia benemerita, fertilizzanti ed energia", Eurocarni, 3, 32-33, 2010
Radica W., "Energie da fonti rinnovabili", Acqua&Aria, 2, 2009, *Speciale fonti rinnovabili*
AA.VV., "Le bioenergie in Italia", Acqua&Aria, 6, 12-14, 2010
Ganapini W., "Energia dalla terra", Inquinamento, 2, 24-27, 2008
Tonelli C., Soave C., "Fuel and food: la sfida dei biocarburanti", Energia, 2, 28 – 34, 2008.
Trifirò F., "Quale strategia per l'energia per l'Europa?", La Chimica&L'Industria, 3, 100-102, 2009
Bocchi G., "Energia per cambiare il mondo", Acqua & Aria, 2, 32 – 33, 2009
Scacchi C.C.O., Caserini S., Rigamonti L., "Impronta carbonica e richiesta energetica del bioetanolo come carburante", Inquinamento, 2, 34-38, 2009

Summary
FOOD CHAIN AND ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY

The agricultural land is a supply reservoir of biomass for energy, whose exploitation can only be made taking into account the interaction between the exploitation and preservation of the territory.
It is in fact the whole ecosystem to be interested in the production and use of biomass: starting from the process of photosynthesis to the food chains more or less complex and all that implies interactions with the land not just in the physical sense but also socio-economic development. Given the precarious balance of different ecosystems the production of bio-energy may not be fully "positive" toward the environment.

IL GREEN PUBLIC PROCUREMENT – ESPERIENZE DI "ACQUISTO VERDE" NELLA PUBBLICA AMMINISTRAZIONE

FEDERICA DE LEO, PIER PAOLO MIGLIETTA
Dipartimento di Studi Aziendali, Giuridici ed Ambientali, Università del Salento,
Complesso Ecotekne - Via per Monteroni 75, 73100, Lecce
e-mail: miglietta.pierpaolo@libero.it

Riassunto
Le forti limitazioni poste dalla legislazione in vigore agli impatti ambientali generabili durante le singole fasi del ciclo di vita del prodotto, hanno fatto si ché non venisse favorito in Europa un sistema di miglioramento continuo volontario e globale della performance ambientale del processo produttivo e del prodotto finale.
Un ruolo fondamentale all'interno del mercato è svolto dalla Pubblica Amministrazione, i cui acquisti in Europa rappresentano una percentuale consistente del Prodotto Interno Lordo. Il Green Public Procurement, superando la prevalente impostazione settoriale e normativa, ha avviato una "nuova generazione" di strumenti di politica ambientale, che adottano un approccio trasversale alle diverse criticità del sistema di approvvigionamento pubblico e che coinvolgono tutti gli attori del sistema di produzione e consumo. Il presente lavoro traccia un quadro della situazione europea ed italiana relativo all'applicazione del Green Public Procurement e, più specificamente, riporta i risultati del monitoraggio sul livello di diffusione di tale politica di approvvigionamento verde.

Introduzione
Tutti i prodotti durante l'intero ciclo della propria vita interagiscono con l'ambiente. Prodotti differenziati, che abbiano le stesse funzionalità e siano in grado di offrire le stesse prestazioni, possono determinare impatti ambientali completamente diversi in base a fattori quali l'utilizzo di differenti materie prime finalizzate alla loro produzione o differenti modalità di smaltimento a fine vita.
La legislazione ambientale attualmente in vigore pone forti limitazioni agli impatti generabili durante le singole fasi del ciclo di vita del prodotto, tuttavia non si è dimostrata in grado di stimolare un sistema di miglioramento continuo volontario e globale della *performance* ambientale del processo produttivo e del prodotto finale.
Questo risultato potrebbe essere ottenuto se le aziende fossero portate a trasformare il vincolo in un'opportunità, in un fattore da sfruttare, attraverso l'adozione di un proficuo comportamento attivo, che renda la gestione delle problematiche ambientali più efficiente ed efficace. Coinvolgere attivamente il settore industriale sui temi ambientali e trasformare la variabile ambientale in un fattore competitivo di un'impresa sarebbe possibile se l'impatto ambientale del prodotto durante tutto il suo ciclo di vita diventasse un motivo di scelta del consumatore, in linea con le leggi del mercato e dell'economia.
La Politica Integrata di Prodotto (Commissione Europea, 2001) è una tappa fondamentale nell'evoluzione degli strumenti di politica ambientale; essa rappresenta uno dei punti di forza delle politiche per la sostenibilità ed è stata lanciata al fine di rafforzare e orientare le politiche riguardanti i prodotti e i servizi, per promuovere lo sviluppo di un mercato più "ecologico", con un approccio basato sull'analisi del ciclo di vita.
Punto focale dell'*Integrated Product Policy* (IPP), approvata in Italia da parte del CIPE nel 2002, è la modalità con cui riuscire ad ottenere, nel modo più efficiente possibile, prodotti più ecologici, facendoli utilizzare dai consumatori.
La vasta gamma di strumenti che possono essere utilizzati per l'attuazione dell'IPP deriva da un approccio, basato sul ciclo di vita del prodotto (Zobel T., Almroth C. et al., 2002) che permette di individuare nello specifico i soggetti coinvolti nelle diverse fasi.
In particolare si può fare riferimento a tre categorie di strumenti:

- strumenti di politica integrata relativi a prodotti e servizi;
- strumenti di politica integrata che intervengono sul meccanismo dei prezzi;
- strumenti di sostenibilità per la politica integrata di prodotto.

Gli strumenti di politica integrata relativi ai prodotti e ai servizi sono strumenti volontari che contribuiscono ad orientare le scelte dei produttori e dei consumatori verso prodotti e servizi con una performance ambientale migliore. Per riorientare il mercato verso prodotti più ecologici è comunque necessario influenzare sia la domanda, promuovendo la richiesta di prodotti ecologici e puntando al cambiamento del comportamento dei consumatori, che l'offerta, promuovendo l'utilizzo di strumenti che stimolino le imprese ad applicare un approccio basato sull'analisi del ciclo di vita complessivo dei prodotti (Provincia di Cremona, 2004).
Un ruolo importante all'interno del mercato è svolto dalla Pubblica Amministrazione, che, in Europa, è responsabile di acquisti pari al 16% del PIL della UE (Commissione Europea, 2005). La preferenza della Pubblica Amministrazione per prodotti ecocompatibili rappresenta per le imprese uno stimolo determinante nell'elaborazione di soluzioni ad alto coefficiente ecologico, che consentano la conquista di consistenti quote di mercato.
È per questo motivo che uno dei nuovi strumenti di politica ambientale è rappresentato dall'acquisto e dall'uso di beni e servizi a ridotto impatto ambientale da parte della P.A. (Green Public Procurement o Green Public Purchasing – GPP).
La *Comunicazione della Commissione Europea sull'IPP - Sviluppare il concetto di Ciclo di Vita Ambientale*, del giugno 2003, ha espressamente previsto la necessità per gli Stati membri di dotarsi di Piani d'Azione Nazionale per il GPP (Commissione Europea, 2003).
In relazione agli impegni che gli Stati membri stanno assumendo attraverso i Piani Nazionali in tema di GPP, la Commissione ha inoltre emanato la Comunicazione COM 2008/400, che stabilisce precisi target quantitativi, indicatori e sistemi di monitoraggio comuni a tutta l'UE (Commissione Europea, 2008).
Il GPP (Approvvigionamento Pubblico Verde) è definito dalla Commissione europea come "*... l'approccio in base al quale le Amministrazioni Pubbliche integrano i criteri ambientali in tutte le fasi del processo di acquisto, incoraggiando la diffusione di tecnologie ambientali e lo sviluppo di prodotti validi sotto il profilo ambientale, attraverso la ricerca e la scelta dei risultati e delle soluzioni che hanno il minore impatto possibile sull'ambiente lungo l'intero ciclo di vita*".
Il GPP rappresenta uno degli strumenti operativi di politica ambientale più importante (Coggburn J. D., 2004) perché ha il merito di aver superato l'impostazione prevalentemente settoriale e normativa, avviando una "nuova generazione" di provvedimenti, che adottano un approccio trasversale alle diverse problematiche, volto a coinvolgere tutti i soggetti operanti all'interno del sistema di produzione e consumo.

Il Green Public Procurement: metodologie ed operatività

Un passo importante nello sviluppo della metodologia alla base del Green Public Procurement è l'identificazione delle categorie merceologiche e dei tipi di prodotti correlati da analizzare (*tab. 1*). La Commissione europea ha identificato, in base alla loro importanza in termini di impatto ambientale e finanziario, possibilità di miglioramento, disponibilità di criteri valutativi e sensibilità politica, dieci gruppi di prodotti che sono stati ritenuti atti ad evidenziare l'evoluzione ecologica degli enti nei quali si adotta il Green Public Procurement.
Per agevolare la raccolta dei dati pertinenti per ciascun gruppo di prodotti, è opportuno selezionare un prodotto che rappresenti globalmente la categoria. La ragione di questo è che la maggior parte delle categorie merceologiche coprono una grande varietà di prodotti. La scelta dei tipi di prodotto per ogni gruppo di prodotti si basa su tre criteri:
l. la rilevanza del tipo di prodotto per entità d'acquisto;
2. la rappresentatività del tipo di prodotto per gli altri prodotti afferenti alla stessa categoria;
3. la disponibilità di dati rilevanti per quel tipo di prodotto ai fini del calcolo degli indicatori.

Tabella 1: Tipi di prodotto per categorie merceologiche

Categoria merceologica		Tipo di prodotto
1	Prodotti e servizi di pulizia	Servizi di pulizia
2	Costruzioni	Nuove strutture e uffici
3	Servizio elettrico	Elettricità
4	Ristorazione e alimentari	Servizi di catering
5	Servizi di giardinaggio	Macchinari per giardinaggio
6	Strumentazione IT per ufficio	Computers e monitors
7	Carta	Fogli per stampanti e fotocopiatori
8	Tessile	Abbigliamento
9	Trasporti	Automobili
10	Arredi	Arredi d'ufficio

Fonte: Collection of statistical information on Green Public Procurement in the EU 2009

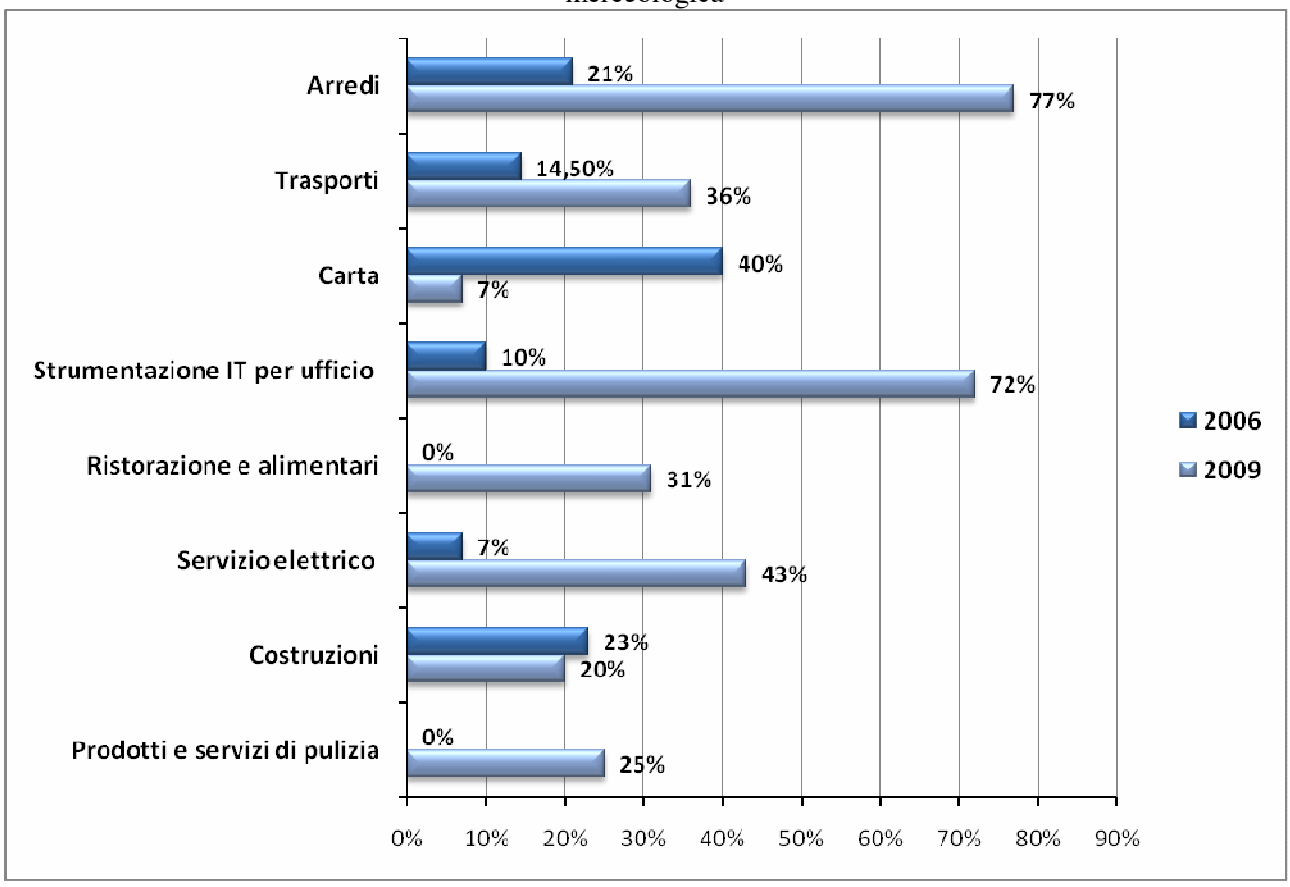
Un metodo che possa considerarsi idoneo per la misurazione del livello di Green Public Procurement (GPP), richiede solidi indicatori e metodi di calcolo, che consentano un controllo efficace e un'adeguata comunicabilità dei risultati.
La metodologia che permette di valutare l'implementazione del GPP in un ente è basata essenzialmente su due tipologie di indicatori:
1. Gli indicatori con annessi metodi di calcolo miranti alla misurazione del livello quantitativo di GPP;
2. Gli indicatori e i metodi di calcolo per misurare l'impatto del GPP.
La prima tipologia di indicatori cosiddetti quantitativi comprende:
a) L'indicatore 1, ovvero la percentuale di GPP sul totale degli appalti pubblici, in termini di valore monetario. Questo indicatore dà la percentuale della somma spesa per appalti pubblici verdi, rispetto al totale speso per gli appalti pubblici e viene calcolato dividendo l'importo totale in euro degli "acquisti verdi" nel campione per l'importo complessivo in euro degli acquisti nel campione (per ciascuna categoria merceologica).
b) L'indicatore 2, ovvero la percentuale di GPP sul totale degli appalti pubblici, in termini di numero di contratti. Questo indicatore dà la percentuale del numero verde di appalti pubblici, rispetto al numero totale di contratti di appalti pubblici e viene calcolato dividendo il numero totale di "contratti verdi" nel campione per il numero totale di contratti nel campione (per ciascuna categoria merceologica).
Tenendo conto dell'indicatore 1, le percentuali per ogni categoria di prodotto vengono successivamente sintetizzate in un'unica percentuale ponderata per ciascuna delle dieci categorie di prodotto. Per fare ciò, i "pesi" delle diverse categorie di prodotto si sono basati su quante volte un gruppo di prodotti è stato compilato da parte della popolazione del campione per ogni ente.
La seconda tipologia di indicatori denominati di impatto include invece:
a) L'indicatore 3, che esprime la percentuale di impatto ambientale del GPP in termini di emissioni di CO_2, ovvero l'incidenza che il GPP ha sulle emissioni di anidride carbonica, derivanti dall'attività antropica, e sul riscaldamento globale. Tale indicatore si calcola rapportando le emissioni di CO_2 correlate all'acquisto di un prodotto verde, con quelle di un prodotto non-verde.
A causa della complessità dei calcoli, nonché dei limitati dati disponibili, tale indicatore ingloba diversi limiti che meritano di essere menzionati:

- le quantità di CO_2 equivalenti non sono incluse (non si convertono le emissioni di altri gas serra come il metano in CO_2 equivalenti);
- il cambiamento climatico è solo uno dei vari impatti ambientali;
- lo studio non include una completa analisi del ciclo di vita che consentirebbe di individuare il più importante impatto ambientale basato su una prospettiva di ciclo di vita.

b) L'indicatore 4, ossia la percentuale di impatto finanziario del GPP in termini di costi del ciclo di vita del prodotto. Tale indicatore esprime la percentuale di impatto finanziario del Green Public Procurement, rispetto alle conseguenze finanziarie della mancata adozione di procedure di appalto pubblico verde.
L'impatto finanziario del GPP si calcola confrontando i costi di un prodotto verde con quelli di un prodotto non-verde. L'analisi, basandosi sul concetto di Life Cycle Costs (LCC), prende in considerazione non solo i costi che derivano dall'acquisto di un prodotto o servizio, bensì anche i costi operativi e per lo smaltimento.
Per ogni fase, si determinano i cosiddetti indici di costo, che sono definiti come il rapporto tra i costi di un prodotto verde, rispetto ai costi di un prodotto non-verde. Ad esempio un indice di costo pari a 0,70 per un certo prodotto in una determinata fase del ciclo di vita implica che una versione verde di tale prodotto comporterebbe un costo più basso del 30% in questa fase, rispetto alla versione non-verde (PwC, Significant et al., 2009).

Evoluzione del livello di Green Public Procurement in Europa e in Italia
Per le finalità del presente lavoro risulta di fondamentale importanza tracciare un quadro della situazione europea relativo all'applicazione del Green Public Procurement e, più specificamente, riportare i risultati del monitoraggio sul livello di diffusione di tale politica di approvvigionamento verde. Nel precedente paragrafo concernente le metodologie di calcolo, in particolare, si sono indicati degli indicatori atti a misurare il livello di GPP su scala nazionale. La trattazione che segue definisce quale evoluzione ha subito il valore dell'indicatore 2 per categoria merceologica nei cosiddetti Green-7, ovvero i sette Paesi Europei che hanno conseguito le migliori performance nel campo dell'applicazione del GPP (Regno Unito, Paesi Bassi, Austria, Germania, Danimarca, Svezia e Finlandia). L'analisi è stata condotta confrontando (*graf. 1*) i risultati di uno studio effettuato per conto della Commissione Europea per l'Ambiente nel 2006 (Bouwer M, Jonk M. et al., 2006) e i risultati di uno studio effettuato per conto della medesima Commissione nel 2009 (PwC, Significant et al. 2009).

Grafico 1: Confronto temporale del valore dell'indicatore 2 relativo al livello di GPP per categoria merceologica



Con riferimento ai dati acquisibili dal grafico 1 si nota un netto incremento del livello del GPP, con valori che sono vicini o superano il 50% per tre categorie merceologiche, ovvero gli arredi, la strumentazione IT

per ufficio e il servizio elettrico; si evince, invece, un'unica inversione di tendenza relativa al materiale cartaceo.
Il netto decremento subito dal *procurement* di prodotti cartacei verdi (*solid green paper*) è imputabile sia al processo di de materializzazione amministrativa, mirante all'eliminazione totale del cartaceo, che al timore infondato che la carta riciclata possa generare problemi alle stampanti. Tuttavia recentemente si sono messi a punto sistemi di stampa progettati proprio in considerazione dell'utilizzo di carta riciclata, che nel lungo termine, potrebbero determinare un incremento percentuale nell'approvvigionamento di prodotti cartacei ad alto potenziale verde (Andriola L., Di Saverio M. et al., 2003).
L'incremento del 36% relativo alla categoria merceologica denominata "servizio elettrico" risulta rilevante per tutte le tipologie di istituzioni pubbliche, a causa della generale necessità di fornitura dell'energia elettrica. Con la liberalizzazione del Mercato elettrico, in seguito alla Direttiva Europea 2003/54/EC, la scelta della tipologia di fonte energetica da utilizzare per l'approvvigionamento elettrico degli enti pubblici è divenuta infatti fondamentale (Öko-Institut e.V., 2007). La fornitura di elettricità prodotta da fonti energetiche rinnovabili, e quindi "verdi", non è fisicamente diversa da quella prodotta da fonti energetiche esauribili, tuttavia, la natura e il valore del prodotto finale sono stati modificati dal processo e dal metodo di produzione. Dato che l'elettricità prodotta dalle fonti energetiche rinnovabili non può essere fisicamente distinta da quella prodotta dalle fonti convenzionali, la direttiva 2001/77/CE ha imposto agli Stati membri di assicurare che l'origine dell'elettricità prodotta da fonti energetiche rinnovabili possa essere garantita secondo criteri oggettivi e trasparenti (Commissione Europea 2005). Dal marzo 2002 nei Paesi Bassi l'illuminazione di quasi tutti gli edifici pubblici e delle strade della regione di Eindhoven è alimentata da "elettricità verde". Nell'ambito del programma di cooperazione regionale, infatti, 21 comuni hanno firmato un contratto con un fornitore al fine di poter utilizzare elettricità verde per il 75 % dei loro consumi, pari a circa 29 milioni di kWh. Oltre ai vantaggi dal punto di vista ambientale, il contratto negoziato ha fatto conseguire un risparmio complessivo di 620 000 euro rispetto ai contratti precedenti.
Per ciò che concerne gli arredi e la strumentazione IT per ufficio, gli incrementi rispettivamente del 56% e del 62% sono dovuti alla diffusione in tali settori merceologici di strategie di *ecodesign* che mirano alla riduzione degli impatti già in fase di produzione. L'utilizzo di prodotti chimici, le perdite di energia e di materiali, il volume dei rifiuti sono considerati come i più importanti impatti ambientali della produzione di arredi (Parikka Alhola K., 2008). Un esempio di questo tipo di impatto nella fase di produzione è rappresentato dall'utilizzo dei leganti nei prodotti compositi in legno, che possono emettere formaldeide incidendo sulla qualità dell'aria e comportando alcuni effetti sulla salute.
I criteri ambientali che vengono prevalentemente considerati negli acquisti relativi a tale categoria merceologica sono:

- la lunga durata e la possibilità di riparazione;
- il profilo ecologico dei materiali;
- il profilo ecologico dell'imballaggio;
- la riciclabilità;
- l'impatto ambientale dei processi di produzione.

Negli ultimi anni le imprese interessate a conquistare la quota di mercato relativa al GPP, sono intervenute a monte del processo di *design* del prodotto, inglobando le su citate credenziali ambientali nel processo di produzione, e consentendo così un incremento consistente nel livello dell'indicatore 2 relativo alle categorie merceologiche degli arredi e strumentazione IT d'ufficio.
A supporto di tale politica di *ecodesign*, sono inoltre state create svariate ecoetichette la cui finalità principale è la divulgazione, secondo precise norme, di informazioni circa i requisiti ambientali dei prodotti/servizi, allo scopo di aiutare i consumatori a scegliere più consapevolmente.
La situazione italiana, seppur non in linea rispetto a quella dei Green-7, appare confortante. Uno studio condotto nel 2010 dalla Ecosistemi s.r.l. in riferimento all'attuazione del Green Public Procurement nelle amministrazioni pubbliche italiane, mostra che il 61% del campione analizzato ha già provveduto ad implementare una politica di GPP, anche se solo il 40% degli Enti intervistati ha introdotto una procedura di monitoraggio dei dati[1]. Attraverso la procedura di estrapolazione, la media di spesa di acquisti verdi è risultata essere pari al 33%, il che significa che mediamente un ente pubblico italiano che attua una politica di GPP, acquista 1/3 di prodotti/servizi verdi sul totale degli acquisti (Ecosistemi, 2010).

[1] L'indagine sull'attuazione del Green Public Procurement nelle amministrazioni pubbliche italiane è stata condotta inviando 255 questionari a tutte le Regioni, a tutte le Province, ai Comuni capoluogo di Provincia, ed ai Comuni con una popolazione superiore ai 50.000 abitanti. I questionari ritornati, che rappresentano la dimensione del campione, sono stati in tutto 41, di cui 21 dai Comuni, 16 dalle Province e 4 dalle Regioni.

Con riferimento alla modalità strutturale del sistema di acquisti degli enti pubblici italiani, i dati acquisiti dalla medesima indagine rilevano ed evidenziano una situazione di equilibrio tra gli enti che utilizzano sistemi di *procurement* centralizzati (42%), primo fra tutti il sistema di committenza di Consip S.p.A., e quelli che prediligono sistemi decentrati (43%). Risultano invece sottoutilizzati sistemi di natura mista, in cui si utilizzano entrambe le modalità (15%).

Il ruolo di Consip S.P.A. nella gestione degli acquisti verdi in Italia

Il piano d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi della Pubblica Amministrazione, elaborato dall'Italia in seguito alla Comunicazione della Commissione Europea sulla Politica Integrata di Prodotto, viene messo in atto attraverso un'azione congiunta di Consip - di concerto con il Ministero dell'Economia e delle Finanze - in collaborazione con il Ministero dell'Ambiente, d'intesa con il Ministero dello Sviluppo economico.

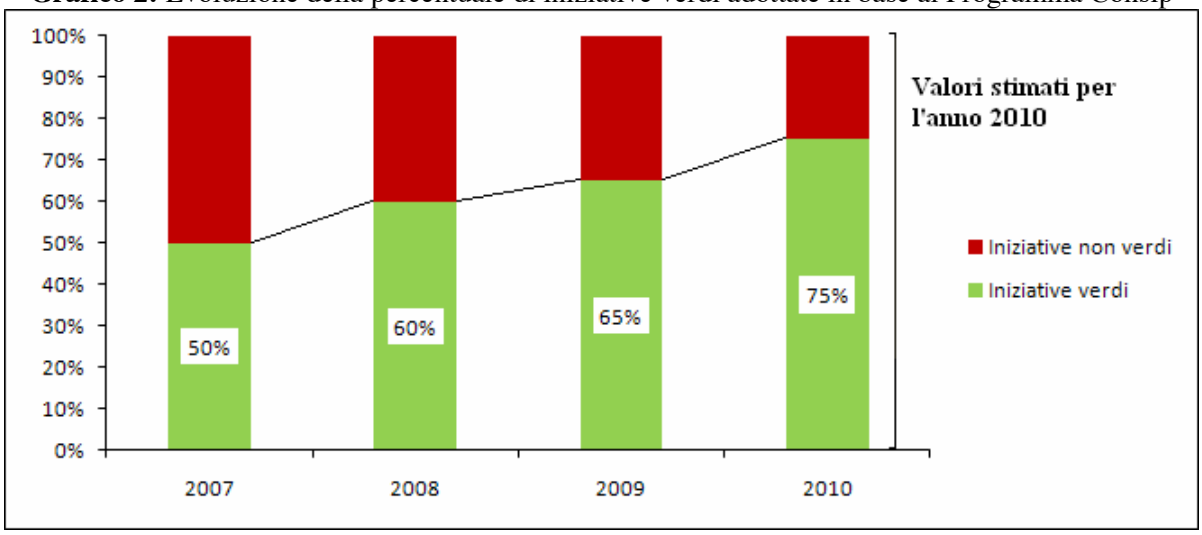
Consip è una società per azioni, interamente di proprietà del Ministero dell'Economia, costituita per centralizzare le forniture di beni e servizi alle pubbliche amministrazioni. Con il susseguirsi di leggi finanziarie il suo mandato si è allargato, sia per quanto riguarda le categorie di beni e servizi trattati, che per il numero di soggetti pubblici cui la sua azione di intermediazione si è andata rivolgendo.

In particolare Consip ha fornito il proprio supporto nella redazione dei criteri minimi per l'individuazione di prodotti a ridotto impatto ambientale nella categoria delle apparecchiature Information Technology e dei prodotti cartacei, avviando inoltre un processo di dematerializzazione documentale in linea con le politiche europee.

Il ruolo che la centrale di committenza Consip svolge nel rendere effettiva l'implementazione del GPP è da ritenersi fondamentale in quanto risulta in grado di favorire l'adozione di strategie per gli acquisti sostenibili, miranti alla razionalizzazione della spesa pubblica in termini di costo, e il sostegno di investimenti per le imprese impegnate nello sviluppo di soluzioni innovative ed ecocompatibili.

Già per la fine del 2009 Consip era riuscita ad introdurre, attraverso un programma di razionalizzazione della spesa per beni e servizi della P.A., criteri e requisiti ambientali in circa il 65% delle convenzioni attive, relativamente a settori quali l'Information Technology, le telecomunicazioni e l'energia (*graf. 2*).

Grafico 2: Evoluzione della percentuale di iniziative verdi adottate in base al Programma Consip



Fonte: Rapporto Consip 2009

Punto centrale della valutazione degli effetti economici relativi all'introduzione dei criteri ambientali nelle procedure di pubblico acquisto è la considerazione che il GPP rappresenti, oltre che uno strumento di politica ambientale, anche uno strumento di contenimento della spesa, in quanto mira al conseguimento di obiettivi che rappresentano un risparmio economico concreto per le amministrazioni che lo adottano:

- efficienza e risparmio nell'utilizzo delle risorse;
- riduzione dell'utilizzo di sostanze pericolose;
- riduzione quantitativa dei rifiuti prodotti.

Considerata una vita media per macchina d'ufficio, pari a cinque anni, la centrale di committenza Consip è riuscita a conseguire un risparmio di 3,4 milioni di euro per gli acquisti diretti di prodotti efficienti da un punto di vista energetico dotati di etichette ambientali (Consip, 2009).

"Il vantaggio ambientale in termini di riduzione delle emissioni di CO_2 conseguito attraverso gli acquisti di PC desktop Consip è pari a 12.548 tonnellate, che potrebbero diventare 36mila qualora l'intera P.A. acquistasse apparecchiature a risparmio energetico con caratteristiche simili a quelle presenti nelle convenzioni Consip" (Consip, 2009).
Vantaggi per la P.A. quantificabili in 6,5 milioni di euro su un ciclo di vita di cinque anni in termini di risparmio energetico (calcolati sull'intero parco della P.A. in sostituzione annua pari a circa 40 mila apparecchiature) e una diminuzione della CO_2 emessa pari a 24mila tonnellate sono derivati dalla scelta di stampanti che applicano i meccanismi di gestione energetica previsti dagli standard più avanzati(Consip, 2009).

Conclusioni

Le risorse finanziarie limitate e la difficoltà di reperimento di dati omogenei sono i fattori critici che rendono l'utilizzo dei questionari e dell'inferenza statistica un adeguato strumento per costruire un ampio e rappresentativo campione di popolazione, che consenta di misurare validamente il livello e l'impatto del Green Public Procurement.
Fin qui si sono analizzati i fattori che rendono la pratica del GPP attrattiva in termini di benefici ambientali e finanziari conseguibili. Tuttavia a completamento della trattazione risulta indispensabile tracciare un quadro relativo alle problematiche connesse all'attuazione della strategia di GPP nei singoli enti. In ogni fase della procedura di approvvigionamento pubblico sono coinvolti diversi stakeholders, sia di livello strategico, che di livello operativo. Ogni attore del processo di procurement può rappresentare una potenziale fattore di disturbo, in grado di rallentare o addirittura bloccare l'approvvigionamento verde (Günther E., Scheibe L., 2006).
Tra gli enti che già posseggono una politica di Acquisti verdi, l'indagine condotta in Italia dalla Ecosistemi s.r.l. ha rilevato una percentuale pari al 72,4% dei rispondenti, che ha riscontrato ostacoli e problematiche nell'attuazione del GPP.
Gli enti che hanno già implementato una politica di GPP danno una diversa interpretazione delle problematiche rispetto a chi ancora non ne attua una, e ritengono che il fattore di maggiore ostacolo nell'attuazione di una politica di acquisto verde sia rappresentato dai costi (nel 66,6% dei casi), fattore che viene invece sottovalutato dagli altri enti. Il 73,3% di questi ultimi ritiene in particolare che qualora attuasse una strategia di GPP incontrerebbe problematiche ed ostacoli connessi per la maggior parte dei casi con la difficoltà a definire criteri ecologici da inserire nei bandi.
Le problematiche avvertite come potenziali non corrispondono dunque perfettamente a quelle incontrate effettivamente, o vi corrispondono solo parzialmente. Ciò potrebbe rappresentare e testimoniare il *gap* che separa chi ha già maturato esperienza nell'ambito del GPP e chi invece ancora non possiede lo stesso *know-how* (Ecosistemi, 2010).

Bibliografia

Andriola L., Di Saverio M., Manzione P., Pezone M., "Green Procurement. Obiettivi, criteri e principali esperienze in atto", Edizioni ENEA, Roma, 2003.
Bouwer M., Jonk M., Berman T., Bersani R., Lusser H., Nappa V., Nissinen A., Parikka K., Szuppinger P., Viganò C., "Green Public Procurement in Europe 2006 – Conclusions and recommendations", Virage Milieu & Management bv, Haarlem, 2006.
Coggburn J. D., "Achieving Managerial Values through Green Procurement?", Public Performance & Management Review, 28, 236 – 258, 2004.
Commissione Europea, "Libro verde sulla politica integrata relativa ai prodotti", Ufficio delle comunicazioni ufficiali delle Comunità Europee, Lussemburgo, 2001.
Commissione Europea, "Acquistare verde! Un manuale sugli appalti pubblici ecocompatibili", Ufficio delle comunicazioni ufficiali delle Comunità Europee, Lussemburgo, 2005.
Commissione Europea, "Politica integrata dei prodotti. Sviluppare il concetto di ciclo di vita ambientale", Ufficio delle comunicazioni ufficiali delle Comunità Europee, Lussemburgo, 2003.
Commissione Europea, "Appalti pubblici per un ambiente migliore", Ufficio delle comunicazioni ufficiali delle Comunità Europee, Lussemburgo, 2008.
Consip S.p.A., "Rapporto annuale 2009", Consip - Ministero Economia e Finanze, http://www.consip.it/on-line/Home/Pressroom/Pubblicazioniistituzionali.html visionato il 5 maggio 2011, 2010.
Ecosistemi s.r.l., "Indagine GPP – Stato di attuazione del green public procurement nelle regioni, nelle province e nei comuni italiani", http://www.appa.provincia.tn.it/binary/pat_appa/svil_news/REPORT_QUESTIONARI_INDAGINE_GPP.1287415286.pdf visionato il 5 maggio 2011, 2010.
Günther E., Scheibe L., "The Hurdle Analysis. A Self-evaluation Tool for Municipality to Identify, Analyse and Overcome Hurdles to Green Procurement", Corporate Social Responsibility and Environmental Management, 13, 61 – 77, 2006.

Öko-Institut e.V., “Costs and Benefits of Green Public Procurement in Europe”, European Commission, http://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/eu_recommendations_1.pdf visionato il 5 maggio 2011, 2007.
Parikka Alhola K., “Promoting environmentally sound furniture by green public procurement”, Ecological Economics, 68, 472 – 485, 2008.
PricewaterhouseCoopers, Significant and Ecofys, “Collection of statistical information on Green Public Procurement in the EU: Report on methodologies”, European Commission, http://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/statistical_information.pdf visionato il 30 aprile 2011, 2009.
PricewaterhouseCoopers, Significant and Ecofys, “Collection of statistical information on Green Public Procurement in the EU: Report on data collection results”, European Commission, http://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/statistical_information.pdf visionato il 30 aprile 2011, 2009.
Provincia di Cremona, “Manuale GPP”, Ecosistemi s.r.l., http://www.parmaecobio.com/ACQUISTI%20-VERDI/Documenti/Blu/Manuale%20GPPnet%20Vol.1%20Generale.pdf visionato il 15 aprile 2011, 2004.
Zobel T., Almroth C., Bresky J., Burman J-O., “Identification and assessment of environmental aspects in an EMS context: an approach to a new reproducible method based on LCA methodology”, Journal of Cleaner Production, 10, 381 – 396, 2002.

Summary

GREEN PUBLIC PROCUREMENT - EXPERIENCES OF “BUYING GREEN” IN THE PUBLIC ADMINISTRATION

The strong restrictions imposed by existing legislation on environmental impacts, generated during the various stages of product life cycle, have not favored a system of continuous and voluntary improvement in the global environmental performance of the manufacturing process and final product in Europe.
A key role within the market place is played by the Public Administration, whose purchases in Europe account for a significant percentage of Gross Domestic Product. The Green Public Procurement, above the prevailing sectoral and regulatory approach, initiated a "new generation" of environmental policy instruments, which adopt a transversal approach to the various criticisms of the public procurement system and involve all stakeholders in the system of production and consumption. This work draws a picture of the European and Italian situation regarding the application of Green Public Procurement and, more specifically, shows the results of the monitoring of the level of diffusion of the green procurement policy.

LA BONIFICA DEI SITI CONTAMINATI

FRANCO DI GIACOMO, ASSIA VICENTINI
Dipartimento di Scienze, Università degli Studi "G. d'Annunzio" Chieti-Pescara, V.le Pindaro 42, 65127, Pescara, e-mail: digiacom@sci.unich.it

RIASSUNTO
L'inquinamento costituisce una delle problematiche più rilevanti dei paesi industrializzati. Attualmente la qualità ambientale è gravemente minacciata da vari contaminanti che si accumulano nei suoli, nelle acque e nell'aria, determinando seri problemi all'ecosistema. Tali inquinanti sono dovuti alle attività industriali, urbane ed agrarie che causano un'alterazione degli equilibri biologici e chimici dell'ambiente. Infatti le caratteristiche delle componenti abiotiche e biotiche possono essere modificate dalla presenza dei tossici ambientali, che costituiscono la principale fonte di inquinamento.
La bonifica dei siti contaminati è un argomento di grande attualità ed interesse. Il quadro normativo relativo alle aree inquinate è in continua evoluzione, così come le tecnologie applicate al risanamento ambientale.
In questo lavoro saranno analizzati i principali aspetti normativi, tecnologici e sanitari relativi alla bonifica dei siti contaminati, con particolare riferimento agli aggiornamenti legislativi nel settore e allo stato dell'arte relativo al campo tecnologico e sanitario.

Introduzione
Si stima che nell'Unione europea vi siano circa tre milioni di siti potenzialmente contaminati. Con la proposta di una direttiva quadro sul suolo (COM(2006) 232) e l'approvazione della direttiva sulla protezione delle acque sotterranee (2006/118), l'Unione europea (Ue) ha reso la gestione dei siti contaminati una priorità politica. Dal 2004 l'Agenzia europea per l'ambiente (EEA) ha svolto un ampio lavoro sull'identificazione e la classificazione dei siti contaminati e l'Ue ha finanziato diverse "azioni coordinate" (Caracas, Clarinet, Sednet, Nicole, Eurodemo) finalizzate a ridurre la frammentazione delle informazioni sulle tecnologie di bonifica applicate e a semplificare l'iter procedurale ai fini di una messa a punto di tecniche innovative e sostenibili.
In Italia vi sono oltre 18.000 siti contaminati, che occupano il 3% del territorio nazionale (Frascari D. *et al*., 2010). Di questi, più di 5.000 sono di interesse regionale e, secondo i dati riportati nel Rapporto Bonifiche Federambiente pubblicato nel 2010, ormai si contano 57 siti di interesse nazionale.
Nell'ambito della giurisprudenza e delle tecnologie ambientali la bonifica dei siti contaminati rappresenta indubbiamente un tema sempre più attuale. Le norme e le tecniche riferite alle aree inquinate sono in continua evoluzione, ma sempre in linea con i principi di base "dell'eliminazione delle fonti di inquinamento e della messa in sicurezza dell'area contaminata" nonché "del chi inquina paga".
La riqualificazione ambientale comprende gli interventi atti ad eliminare la fonte inquinante o a ridurre la concentrazione dei contaminanti fino ad un livello di accettabilità previsto dalla normativa vigente.
Le difficoltà relative agli interventi di bonifica dei siti contaminati sono dovute al fatto che la progettazione degli interventi di risanamento prevede la valutazione di diversi fattori. Tra questi bisogna considerare prima di tutto la tipologia di inquinante e il relativo grado di tossicità, nonché la matrice ambientale che deve essere sottoposta al processo di bonifica. La valutazione quantitativa della presenza dei contaminanti ambientali deve presupporre un'attenta considerazione della concentrazione limite o soglia, ossia il valore al di sotto del quale non si osservano effetti tossici rilevanti. Tale determinazione viene effettuata attraverso l'utilizzo dell'Analisi di Rischio Ecologico (Dagnino A. *et al*., 2008), da cui non si può prescindere, in quanto necessaria ad un inquadramento strategico della gestione dei siti contaminati.
Gli interventi di riqualificazione ambientale devono prevedere inoltre un'attenta valutazione della destinazione d'uso (residenziale o industriale) del terreno bonificato.
In questo lavoro oltre ad analizzare gli aggiornamenti in campo normativo e tecnologico, verrà effettuata un'analisi dei costi di bonifica al fine di valutare la fattibilità economica degli interventi di risanamento ambientale.

La bonifica del suolo: aspetti normativi

Le norme in merito alla bonifica dei siti contaminati hanno consentito negli ultimi anni la diffusione della cultura ecologica e del rispetto dell'ambiente.

L'evoluzione continua nell'ambito legislativo costringe gli operatori del settore ad un aggiornamento professionale costante, fra queste ricordiamo il D. Lgs. 22/97 (Decreto Ronchi), che comprende le direttive 91/156/CEE, 91/689/CEE e in particolare la 94/62/CE che specifica nell'articolo 17 le norme in materia di bonifica dei siti contaminati.

A causa delle difficoltà presenti nelle industrie correlate alla fase di deindustrializzazione nei settori produttivi ad impatto ambientale elevato, il D.M. 471/99 ha avuto un'influenza rilevante, in quanto ampie aree del territorio italiano dovevano essere bonificate e riconvertite allo stesso tempo (Zanda S. e Tarola A.M., 2004). Nell'Allegato 1 di tale norma vengono definiti i limiti di accettabilità classificando i siti in base alla differente destinazione d'uso: siti ad uso verde pubblico, commerciale e industriale. Nell'Allegato 2 sono invece elencate le procedure da seguire durante il prelievo, le analisi e i campionamenti al fine di rilevare il superamento dei limiti di accettabilità.

Questo decreto ha presentato delle difficoltà applicative correlate alla mancata differenziazione tra siti dismessi e siti in attività, in quanto la messa in sicurezza e la bonifica vera e propria non sono sempre realizzabili in un'area in cui le attività industriali sono in fase di svolgimento.

Il D. Lgs. 152/2006 ha introdotto nuove definizioni: innanzitutto non si parla più di sito inquinato, ma di sito contaminato, che costituisce un'area in cui si è già accertato un rischio sanitario e ambientale, attraverso l'utilizzo dell'analisi assoluta di rischio. Prendono forma inoltre due nuovi concetti: la Concentrazione soglia di contaminazione (Csc) e la Concentrazione soglia di rischio (Csr). Sono definiti Csc "*i livelli di contaminazione delle matrici ambientali che costituiscono valori al di sopra dei quali è necessaria la caratterizzazione del sito e l'analisi di rischio sito-specifica, come individuato nell'allegato 5 alla Parte quarta del presente decreto. Nel caso in cui il sito potenzialmente contaminato sia ubicato in un'area interessata da fenomeni antropici o naturali che abbiano determinato il superamento di una o più concentrazioni soglia di contaminazione, queste ultime si assumono pari al valore di fondo esistente per tutti i parametri superati*", mentre per Csr si intendono "*i livelli di contaminazione delle matrici ambientali, da determinare caso per caso con l'applicazione della procedura di analisi di rischi sito-specifica secondo i principi illustrati nell'allegato 1 alla Parte quarta del presente decreto e sulla base dei risultati del piano di caratterizzazione, il cui superamento richiede la messa in sicurezza e la bonifica. I livelli di concentrazione così definiti costituiscono i livelli di accettabilità per il sito*". Pertanto in seguito all'attuazione del D. Lgs. 152/06 non si parla più di "*valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e nel sottosuolo*" come nel D.M. 471/99, ma di "*concentrazioni soglia di contaminazione*", il cui superamento richiede una caratterizzazione ed un'analisi di rischio specifica.

Inoltre si assiste ad un cambiamento della definizione di "sito potenzialmente inquinato" in "sito potenzialmente contaminato". In seguito a questo cambiamento un sito può definirsi potenzialmente contaminato quando si riscontra un superamento delle Csc, ossia dei valori tabellari dell'Allegato 5 del D. Lgs. 152/06. In base alle disposizioni presenti in questo decreto, nel caso in cui dovesse essere rilevato il superamento di tali limiti, si procede con l'applicazione dell'analisi di rischio e successivamente la bonifica del sito.

Diventano pertanto rilevanti i concetti di *perimetrazione* e di *caratterizzazione* del sito che tendono a definire lo stato quantitativo e qualitativo relativo alla contaminazione ambientale di una data area. Tali elementi sono alla base di una valida progettazione degli interventi da realizzare al fine di limitare la propagazione dei contaminanti e/o ridurne la presenza a valori tali da non costituire un pericolo per l'ambiente e per la salute umana.

Mentre il D.M. 471/99 riporta esclusivamente le definizioni di "*misure di sicurezza*", "*messa in sicurezza d'emergenza*" e "*messa in sicurezza permanente*", il D. Lgs. 152/06 introduce altre definizioni relative al concetto di messa in sicurezza ossia "*misure di prevenzione*", "*misure di riparazione*" e "*messa in sicurezza operativa*". Inoltre nel D.M. 471/99 le condizioni di emergenza sono elencate in modo esemplificativo, invece nel D. Lgs 152/06 sono definiti in maniera completa gli eventi specifici che richiedono l'applicazione delle misure di emergenza. Anche il concetto di "*bonifica*" è modificato nella nuova legge, in quanto non è più riferito ai "*valori di concentrazione limite accettabili*", ma ai "*valori delle concentrazioni soglia di rischio*".

Un'altra importante innovazione è costituita dall'introduzione del concetto di "*Analisi di rischio sanitario e ambientale sito specifica*", di cui le principali metodiche sono elencate nell'Allegato 1 alla parte quarta del D. Lgs. 152/06.

Al fine di accelerare i tempi relativi alla bonifica dei siti contaminati per la riconversione industriale è stato introdotto il cosiddetto "*Secondo correttivo del codice ambientale*" o D. Lgs. 4/2008. Questo decreto introduce il limite massimo di un anno per la conclusione dei servizi istruttori e degli accordi di programma e la semplificazione delle procedure di bonifica. Inoltre vengono definiti gli obblighi del proprietario non responsabile del sito ai fini della messa in sicurezza e della bonifica.

Tecnologie per la bonifica dei siti contaminati

Gli inquinanti si diffondono nell'ambiente attraverso i processi di migrazione, trasformazione e ripartizione che sono strettamente correlati alle caratteristiche chimico-fisiche e alla matrice ambientale contaminata. L'inquinamento dei suoli, acque di falda, sedimenti e fanghi è dovuto a numerosi contaminanti tra cui gli idrocarburi, prevalentemente di origine industriale ed in parte ai metalli pesanti (Fig. 1) (Frascari D. *et al*., 2010).

Pertanto le tecnologie relative alla bonifica dei siti inquinati sono estremamente numerose e possono essere utilizzate singolarmente o contemporaneamente (Bonomo L., 2005).

Tali tecniche si realizzano principalmente attraverso due modalità:

- *in-situ*, processi di bonifica effettuati senza movimentazione della matrice inquinata;
- *ex-situ,* tecniche di decontaminazione applicate in seguito a movimentazione di materiale inquinante.

In base alle metodologie usate le tecnologie si classificano in (Caiazzo M. e Viselli R., 2008):

- biologiche;
- termiche;
- chimiche;
- fisiche.

Secondo il Rapporto Federambiente 2010 i dati relativi alle tecniche utilizzate per la bonifica sono presenti solo per il 2 % dei siti censiti. In Fig. 2 sono riportate le principali tecniche di bonifica applicate in Italia; tra quelle *ex situ* ricordiamo il *dig & dump* per i suoli che prevede lo scavo e lo smaltimento in discarica ed il *pump & treat* per le falde associato all'adsorbimento su carboni attivi dei contaminanti (Frascari D. *et al*.,2010).

Per quanto concerne le tecniche *in situ*, tra l'altro scarsamente utilizzate, ricordiamo le barriere permeabili reattive, l'ossidazione chimica *in situ* e soprattutto il biorisanamento aerobico (*bioventing*, *biosparging*, *biobarriere*) e anaerobico (*monitored and enhanced natural attenuation*). Infine tra le tecniche biologiche *in situ* i trattamenti più utilizzati sono quelli aerobici mediante *bioventing* e l'utilizzo di composti a lento rilascio di ossigeno (Maione M. *et al*., 2006).

Gli interventi di bonifica, nell'intento del legislatore, dovrebbero privilegiare il ricorso a tecnologie che comportino la riduzione della movimentazione dei materiali inquinati, il trattamento in situ e il riutilizzo delle matrici ambientali sottoposte a bonifica. In quest'ottica particolare enfasi meritano, rispetto ad altre soluzioni, i trattamenti biologici. La bioremediation consente infatti il recupero dei suoli ed implica l'utilizzo di tecniche ad elevata sostenibilità; tale tecnica permette in gran parte dei casi, con costi contenuti e basso impatto ambientale, di eliminare l'inquinamento in maniera radicale.

All'inizio questa tecnica era applicata per le aree contaminate da idrocarburi, in una fase successiva è stata sperimentata favorevolmente per contaminanti con caratteristiche chimico-fisiche diverse, come ad esempio l'amianto, le resine fenoliche, i metalli pesanti, i solventi clorurati e così via (Rapporto Bonifiche Federambiente, 2007).

Fig. 1 – Principali contaminanti dei suoli e delle acque.

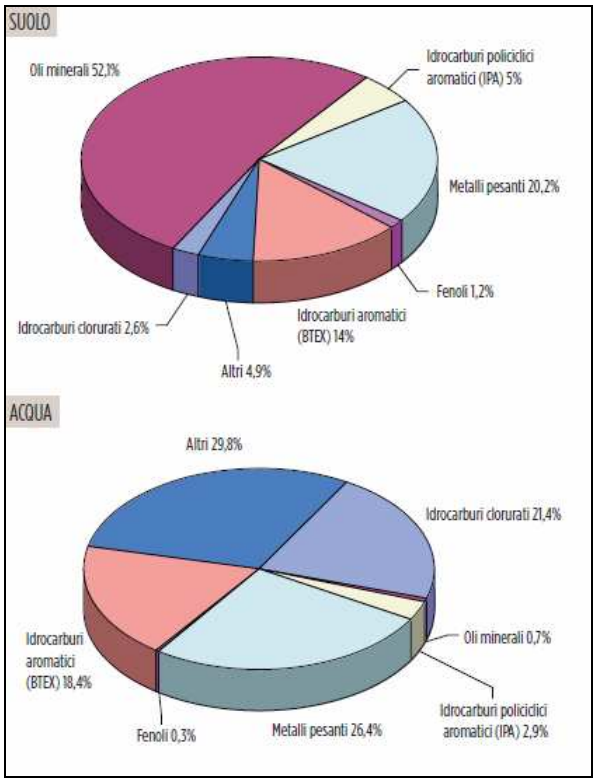
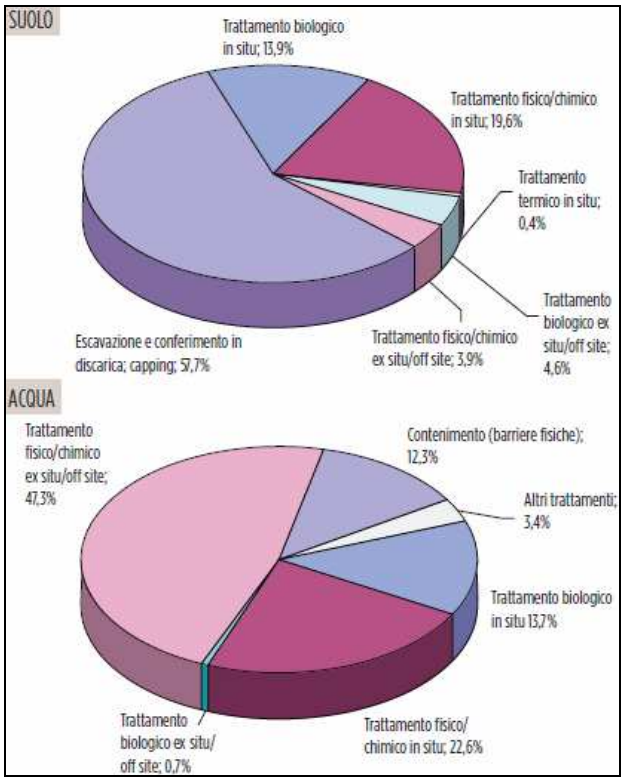


Fig. 2 – Principali tecniche di bonifica per i suoli e per le acque.



Come tutte le tecniche la bioremediation presenta alcune criticità come ad esempio:
- notevoli tempi di intervento, per ridurre la contaminazione a livelli accettabili;
- controllo accurato e costante nel tempo, delle condizioni ambientali, affinché esse permangano favorevoli allo sviluppo della flora batterica desiderata;
- necessità di condurre esperienze di laboratorio, volte a verificare la fattibilità del trattamento biologico.

Aspetti sanitari correlati alle aree inquinate

L'esposizione delle popolazioni agli inquinanti ambientali richiede un'attenzione particolare in quanto influenza la condizione di salute degli individui. Allo stato attuale le sostanze chimiche sospettate di provocare effetti nocivi sono estremamente numerose e si diffondono nell'organismo e nell'ambiente attraverso varie modalità.

Il metodo più avanzato in tema di valutazione di rischio sanitario correlato alla gestione dei siti contaminati è "*l'analisi di rischio*", definita nel D. Lgs. 152/2006 come il "*processo sistematico per la stima di tutti i fattori di rischio significativi che intervengono in uno scenario di esposizione causato dalla presenza di pericoli"*. Nell'allegato 1 al Capitolo V del suddetto decreto vengono descritti i criteri generali per la realizzazione dell'analisi di rischio che si basano su quattro componenti: i contaminanti indice, le sorgenti, le modalità di esposizione e i recettori finali. Per quanto riguarda i contaminanti indice è opportuno definire alcuni elementi come i livelli di tossicità, il grado di mobilità e di persistenza, la correlabilità ad attività svolte nel sito e la frequenza dei valori superiori alle Csc (ISPRA).

La stima del rischio sanitario conseguente all'esposizione agli inquinanti chimici nell'ambiente richiede un'attenta analisi del Modello Concettuale del Sito (MCS) che si basa sull'individuazione di alcuni parametri principali come: la sorgente di contaminazione, i percorsi di migrazione dei contaminanti attraverso le matrici ambientali e i bersagli della contaminazione nel sito o nelle sue vicinanze (Fig. 3). Se questi tre elementi sono presenti e collegati tra loro si può parlare allora di un rischio per la salute umana.

L'analisi di rischio segue quattro fasi principali, riassunte in Fig. 4. Per l'analisi di rischio sono disponibili alcuni software come quello realizzato dalla provincia di Milano, quello della British Petroleum (UK) e quello dell' ISPRA.

Nella valutazione del rischio sanitario è fondamentale differenziare gli individui esposti in base all'età e al sesso e conoscere la probabile dose assunta mediante le principali modalità di esposizione, ossia l'inalazione, l'ingestione ed il contatto. Secondo l'OMS circa un quarto delle malattie degli adulti sono determinate dall'esposizione agli inquinanti ambientali, percentuale che aumenta nei bambini sotto i cinque anni fino a raggiungere valori pari al 33% (Bianchi F. e Cori L., 2011).

Fig. 3 – Modello Concettuale del Sito.

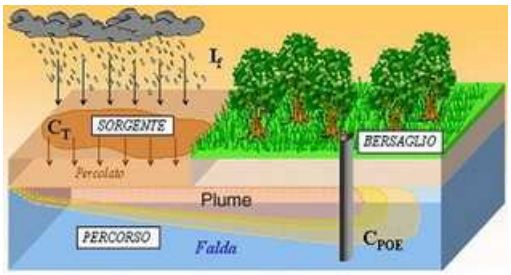


Fig. 4 – Fasi dell'Analisi di Rischio.

Considerazioni economiche relative alla bonifica

Sebbene le tecniche utilizzate per la bonifica dei siti contaminati siano sempre più all'avanguardia, in realtà i costi correlati alla loro applicazione restano piuttosto onerosi, inoltre l'alto numero di siti contaminati in Europa implicherebbe un costo globale di risanamento elevatissimo.

Ai fini della realizzazione di un'analisi dei costi è necessario considerare diversi fattori, tra cui l'estrema variabilità dei siti e degli inquinanti. Il costo totale d'intervento prevede la valutazione di alcuni fattori, tra cui gli elementi di indagine, progettazione, esecuzione e chiusura, nonché la realizzazione finale dell'attività di risanamento. Uno schema che riassume i vari elementi da considerare nell'analisi dei costi di bonifica è riportato in Fig. 5 (Andretta A.M.F., 2008).

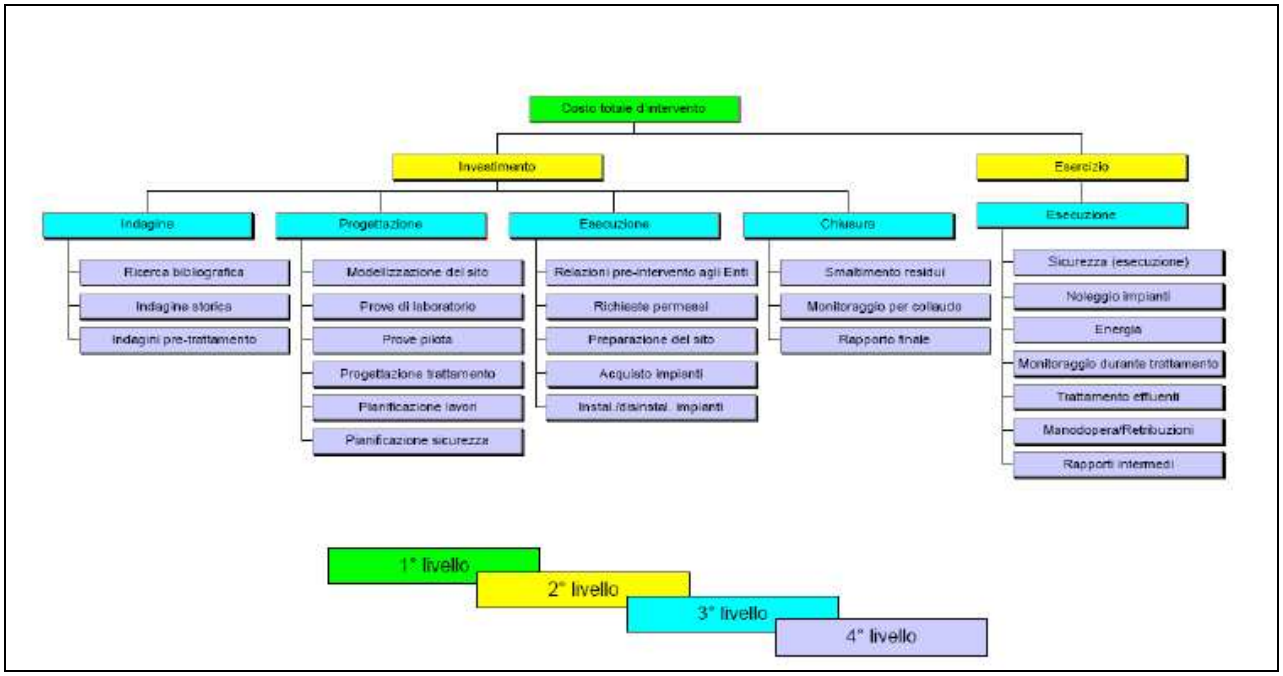
Il costo complessivo di una sanificazione ambientale è correlato alla quantità e alla qualità del materiale da bonificare, alle caratteristiche del sito, alla distribuzione degli inquinanti e alla destinazione d'uso del sito (Zanda S. e Tarola A.M., 2004).

Nello specifico effettuare una stima precisa diventa una realtà piuttosto complessa in quanto bisogna considerare contemporaneamente numerose variabili, comprese nel piano di caratterizzazione, nelle indagini di campo e di laboratorio, nell'analisi di rischio, nel progetto di bonifica e nella sua realizzazione.

I costi correlati alle indagini di campo e di laboratorio sono già di per sé onerosi, in quanto bisogna considerare perforazioni ed attività connesse al sito, le analisi chimiche, le misure ed i prelievi, nonché il lavoro dei tecnici specializzati.

Infine hanno un ruolo rilevante sia la realizzazione dell'analisi di rischio che il progetto di bonifica vera e propria, i quali variano in funzione della tecnologia utilizzata e della destinazione d'uso dell'area da bonificare (Andretta A.M.F., 2008).

Fig. 5 – Schema dell'analisi dei costi di bonifica.



Conclusioni

La bonifica dei siti contaminati è un tema di grande interesse e gli aspetti ad esso correlati sono in costante evoluzione. L'argomento risulta di fondamentale importanza soprattutto per l'integrità dell'ambiente e la salute della popolazione, che devono essere entrambe tutelate attraverso il ripristino ambientale delle aree inquinate.

Nonostante la sanificazione dei siti contaminati sia sempre più agevolata dall'evoluzione nei settori tecnologico e legislativo, la sua attuazione è rallentata dal progressivo aumento dei costi di intervento che sono tuttora molto elevati. Ulteriori studi pertanto si rendono necessari al fine di incentivare l'utilizzo delle tecniche biologiche, per ridurne i costi e i tempi di applicazione e contestualmente garantire il rispetto dell'ambiente.

Bibliografia

Andretta A.M.F., "Analisi dei costi di bonifica", Atti Convegno Ecomondo, Rimini, 5-8 Novembre, 2008.

Bianchi F., Cori L., "Contaminazione ambientale ed effetti sulla salute: aspetti epidemiologici", Biologi Italiani, 1, 53-58, 2011.

Bonomo L., "Bonifica di Siti Contaminati", Edizioni Mc Graw-Hill, 2005.

Caiazzo M., Viselli R., "Bioremediation. Il rimedio ambientale con metodi biologici. Compendio divulgativo", Liguori Editore, 2008.

Dagnino A., Sforzini S., Dondero F., Fenoglio S., Bona E., Jensen J., Viarengo A, "A "Weight-of-Evidence" approach for the integration of environmental "Triad" data to assess ecological risk and biological vulnerability", Integr. Environ. Assess. Manage., 4 (3), 314–326, 2008.

Frascari D., Zanaroli G., Nocentini M., Fava F., "Bioremediation, i ritardi dell'Italia", Ecoscienza, 3, 96-98, 2010.

Majone M., Beretta G.P., Raffaelli L., Musmeci L., Mininni G., "Lo stato dell'arte della bonifica di siti contaminati", Atti Convegno Ecomondo, Rimini, 8-11 Novembre, 2006.

Rapporto Bonifiche Federambiente, 2007.

Rapporto Bonifiche Federambiente, 2010.

Zanda S., Tarola A.M., "Aspetti tecnico-normativi sulla bonifica del suolo parte I – la normativa di riferimento", Atti XXI Congresso Nazionale di Merceologia, Foggia, 22-24 settembre, 1603-1607, 2004.

Zanda S., Tarola A.M., "Aspetti tecnico-normativi sulla bonifica del suolo parte II – le tecnologie di bonifica", Atti XXI Congresso Nazionale di Merceologia, Foggia, 22-24 settembre, 1608-1616, 2004.

www.isprambiente.gov.it

Summary
LAND RECLAMATION OF CONTAMINATED SITES

Pollution is one of the chief problems afflicting industrialized countries. At present, the quality of the environment is seriously threatened by various contaminants that are gradually accumulating in the soil, water and air thus causing serious problems to the ecosystem. These contaminants are the products of industrial, urban and agricultural processes that invariably cause biological and chemical alterations of environmental equilibriums. In fact, the characteristics of abiotic and biotic components may be modified by the presence of environmental toxic substances, which are the principal source of pollution.
Land reclamation of contaminated sites is currently a question of great interest. Legislative norms regarding polluted areas are continually evolving, as are the various kinds of technologies employed in such schemes.
This paper will analyze the main legislative, technological and sanitary norms with regards to the reclamation of contaminated sites. Detailed and particular references will be supplied specifically concerning the most recent developments in the legislative sector as well as providing an up-to-date and exhaustive account concerning the related fields of technology and health.

GLI INDICATORI FISICI AMBIENTALI NEL RAPPORTO DELLA COMMISSIONE STIGLITZ-SEN-FITOUSSI.

GIOVANNI GOLDONI,
Dipartimento di Economia Aziendale,
Università degli studi di Verona,
Via dell'Artigliere, 19 - 37129 Verona
e-mail: giovanni.goldoni@univr.it

Riassunto
La sostenibilità dello sviluppo ed i suoi legami con la crescita economica ed il benessere individuale sono al centro del Rapporto preparato dalla Commissione Stiglitz-Sen-Fitoussi su incarico del presidente francese Sarkozy. Uno snodo cruciale dell'analisi riguarda gli indicatori fisici ed ambientali di flusso e di stock, che dovrebbero anticipare gli eventuali effetti critici e/o fenomeni irreversibili a cui lo sviluppo attuale sta conducendoci. In realtà, né l'affidabilità delle misurazioni degli stock, né la solidità delle relazioni di causa-effetto consente una predizione utile, come si dimostra nel caso delle variazioni della temperatura del pianeta e delle riserve ultime recuperabili di petrolio. Quando sufficienti certezze scientifiche in merito potranno essere acquisite, sarà forse troppo tardi. In realtà, non mancano dati sull'eccesso di consumi e sul depauperamento delle risorse che servono a giustificare politiche ed implementare strumenti. Quel che manca sono consenso e condivisione, sempre più difficili da ottenere quando i problemi hanno una dimensione globale.

Introduzione
Gli obiettivi della Commissione insediata nel febbraio 2008 su iniziativa del presidente francese Sarkozy, nota come Commissione Stiglitz-Sen-Fitoussi, erano molto ambiziosi, al pari di quelli presumibilmente assegnati alla Commissione congiunta formata da CNEL ed Istat, e costituitasi ad aprile di quest'anno. Valutare lo stato dell'arte in materia di misurazione della performance economica e del progresso sociale degli Stati, e stilare proposte per renderle sempre più efficaci e significative, non è infatti una missione di poco conto. Sebbene dopo l'esplosione della crisi finanziaria che ha colpito il mondo nel 2009, i riflettori su questi temi si siano notevolmente abbassati, il rapporto, che è uscito nel settembre di quello stesso anno, contiene una serie di analisi e di spunti di riflessione che rende comunque stimolante la lettura, soprattutto per chi è interessato a capire come gli aspetti ambientali possano stabilmente entrare a far parte di una misurazione ed interpretazione delle performance economiche dei Paesi in modo coerente e completo.
L'istituzione della Commissione si giustificava per tre scopi fondamentali:

- valutare gli effetti che la trasformazione delle economie moderne in economie prevalentemente basate sui servizi produce sulla significatività del Prodotto Interno Lordo (PIL) quale misura della perfomance economica;
- dare evidenza del divario esistente tra il reddito disponibile ed il benessere e la soddisfazione percepiti a livello individuale;
- affrontare il problema della sostenibilità sia delle performance economiche dei Paesi sia del benessere individuale.

Per quel che concerne i primi due punti, il rapporto analizza l'origine e gli effetti della trasformazione in "economie di servizi" e le modalità con le quali si manifesta il divario tra reddito disponibile e benessere individuale. La sostituzione dei servizi tradizionalmente forniti dalle famiglie al di fuori del mercato -ad esempio: nel campo della ristorazione e dell'assistenza ai bambini ed agli anziani- con servizi acquistati nel mercato si traduce, a parità di prestazioni date e ricevute, in un incremento del PIL. Ma si è certi che a questo incremento corrisponda una migliore qualità del servizio ed un benessere maggiore per gli interessati? Inoltre, anche dei servizi sanitari e dell'istruzione, che sono prevalentemente erogati dal settore pubblico, il PIL non è mai riuscito ad esprimere la reale qualità, essendo in esso conteggiata solo la spesa sostenuta. Dovendo passare dalla significatività del PIL al capitolo dal benessere individuale, il rapporto giustamente premette che la valutazione delle perfomance basata esclusivamente sulle variazioni del PIL non tiene conto della loro distribuzione tra i cittadini. Sebbene gli economisti non siano affatto concordi sugli effetti che la

distribuzione del reddito e della ricchezza hanno sul benessere, dal punto di vista collettivo è presumibilmente preferibile una maggiore uniformità, anche se non è detto che questa fornisca gli stimoli più intensi alla crescita. Sono, infatti, ricorrenti le polemiche sugli effetti di stimolo di una tassazione progressiva dei redditi. L'istruzione, la sanità, il tempo libero e l'ambiente sono indubbiamente tra i principali fattori determinanti della qualità della vita, ma in che modo la determinano? E come sono legati al reddito disponibile? La relazione con il reddito, ed il benessere individuale ad esso statisticamente correlato, non è affatto scontata, tanto che dalle rilevazioni sulla soddisfazione dei cittadini non sempre i paesi con il reddito pro capite più alto emergono come quelli dove la qualità della vita è percepita come migliore. Cominciano ad emergere prove numerose e convincenti del fatto che oltre una certa soglia di reddito, che consente ad esempio l'accesso a livelli essenziali di sanità e di istruzione, la soddisfazione dei cittadini smetta di crescere in modo continuo e lineare, e che nelle valutazioni soggettive del proprio stato conti spesso di più la posizione relativa rispetto al dato assoluto[1].
Il terzo punto importante sollevato dal rapporto è che il dato relativo al PIL (e quindi anche quello da esso ricavato del reddito disponibile pro-capite) trascura completamente l'aspetto della sostenibilità, nel quale si affacciano i fattori "ambientali" coinvolti sia nelle performance economiche sia nel benessere individuale. Sebbene le risorse ambientali impattino in modo diretto ed immediato sul PIL corrente e sulla qualità della nostra vita, la parte dedicata agli indicatori ambientali riguarda principalmente la sostenibilità nel tempo dell'uso delle risorse ambientali.

Teorie economiche ed istanze ambientaliste

Su questi temi molti illustri economisti si sono confrontati nel corso degli ultimi decenni, nel tentativo di conciliare le teorie economiche della crescita con le istanze ambientaliste della conservazione. Solow propone intelligenti riflessioni sulla sostenibilità economica in un contributo nel quale analizza, tra le altre cose, la significatività del PIL con riferimento al benessere ed ai rapporti intergenerazionali. In particolare, è molto condivisibile la puntualizzazione con la quale ribadisce che non si può pensare di conservare il mondo così come è, ma si deve accettare una sostituzione "storica" tra un capitale riproducibile dall'uomo e l'uso di risorse naturali non rinnovabili. Semmai, si deve valutare se oltre all'investimento in capitale riproducibile serva stimolare un maggior ricorso a risorse rinnovabili. Per quel che riguarda i beni ambientali ed il problema di come valutarli in termini economici, oltre a richiamare l'esigenza di stabilire quel che andrebbe assolutamente preservato, Solow riprende le conclusioni di Karl Goran Maler: "continueremo in futuro a dovere dipendere da speciali indicatori fisici e di altro genere per valutare la performance economica nell'utilizzo delle risorse ambientali" (Solow R., 1993). La sua principale conclusione è, invece, un'intuizione coerente con quell'accettazione della sostituzione storica tra capitale riproducibile e risorse non rinnovabili sopra ricordata: educare ad un approccio sostenibile significa appoggiare una logica "più o meno" anziché "si o no". Il problema consiste nel capire più o meno di cosa, e quanto di più o di meno.
Lo sviluppo sostenibile dovrebbe essere la soluzione al problema. Ma è un concetto che si fonda su una struttura molto complessa di condizioni necessarie affinché lo sviluppo possa perdurare nel tempo, e che devono essere, per quest'ultimo stesso motivo, anche dinamiche (Pearce D., 1997). Non è quindi affatto chiaro cosa significhi esattamente muoversi lungo un percorso di sviluppo sostenibile. Su cosa deve essere posto l'accento: sullo sviluppo, a cui è immediato associare la crescita economica, o sulla sostenibilità, che è spontaneo accostare alla preservazione? Il percorso di sviluppo sostenibile appare in prospettiva tanto più largo e sconfinato quanto più si ipotizzano sostituibili tra loro le diverse forme di capitale, in particolare rispetto al capitale naturale. Quasi tutti concordano, però, che una sostituibilità perfetta non sia sempre possibile. Occorre allora identificare le risorse naturali critiche per le quali non è lecito oltrepassare un certo "più" o un certo "meno", per usare la precedente espressione di Solow[2].

[1] Riguardo ai possibili indicatori relativi alla qualità della vita, il rapporto mette in luce tre sfide impegnative (punti 5.1, 5.2, e 5.3). La prima esprime la necessità di trovare indicatori significativi, in particolare dell'esistenza delle condizioni di vita diseguali. La seconda riguarda una migliore comprensione delle relazioni che si intrecciano tra le molteplici dimensioni che incidono sulla qualità della vita ed il reddito o la ricchezza disponibili. La terza sfida si riferisce all'esigenza di trovare un modo parsimonioso per aggregare e presentare l'enorme varietà di misure che possono essere riferite a queste dimensioni.

[2] "And if there are thresholds, then criticality may be something that emerges only after a point of no return, an irreversibility. The problem lies in not knowing where the thresholds are for many environmental resources, or even if there are such thresholds" (Pearce, 1997).

In "Are we consuming too much"[3] un folto gruppo di economisti approfondì in modo particolare il tema delicato dell'equità intergenerazionale, affiancando al tasso di sconto un non meglio precisato indicatore di felicità marginale[4]. Ma non furono tralasciati i problemi della composizione dei consumi, delle tipologie di investimento e della sostituibilità dei capitali: "Ecologists express concern that the limited substitutability and associated essentiality of certain natural resources are not sufficiently recognized in many economic analyses. To arrive at useful measures of sustainability requires good information on the extent of substitution options, both locally and globally. A major goal of ecological economics is to advance our understanding of these issues by identifying crucial contributions made by various forms of natural capital, and by indicating the extent to which these forms of capital allow for substitutes". (Arrow et al., 2002, p. 8) Tra i fattori indicati come responsabili di un possibile consumo eccessivo di talune risorse naturali, le esternalità ambientali[5] ed i diritti di proprietà[6] non certi. Dato il taglio economico dell'analisi, l'accento resta forzatamente calcato sugli investimenti: "Under current accounting practices, recorded investment could be positive, even large, while genuine investment is negative. Underpriced environmental natural resources contribute to this phenomenon." (Arrow et altri, 2002, p. 13). Nelle conclusioni, i ragionamenti condotti ed i dati raccolti trovano questa sintesi: "The World Bank's estimates indicate that consumption in richer nations is *not* excessive according to the sustainability criterion: these nations appear to undertake sufficient investments to increase per-capita (genuine) wealth. However, we find that these estimates may be biased upward for several reasons. Important forms of natural capital, whose depletion lowers the estimate of the change in wealth, are disregarded. Market prices are employed as proxies for shadow prices: the use of more accurate shadow prices would likely give greater weight to negative entries (such as depletion of natural capital) in the equation for the change in wealth. Moreover, these estimates disregard uncertainties. Natural systems often exhibit significant nonlinearities or thresholds. As a result, the downside risks associated with the loss of certain forms of natural capital can be substantial. In the face of such nonlinearities, estimates of genuine investment based on most likely scenarios may well be biased upward. Societies that are risk-averse will wish to give extra weight to the possible negative scenarios – scenarios that might require larger investments in human and reproducible capital to yield a positive measure of genuine investment. Finally, we point out that the statistics for the changes in genuine wealth of various countries are not independent. The increases in per-capita wealth of richer nations are due in part to the inability of poorer nations to price their resources and resource-intensive exports at social cost. In light of these interdependencies, richer nations have less reason to feel complacent about the measured levels of genuine investment" (Arrow et al., 2002, p.19, nostra sottolineatura). In assenza di certezze definitive sui dati e sul tipo di relazione esistenti tra le variabili considerate (grado di dipendenza e linearità), tutto è rimandato a scelte di valore delle società per definire quale ricetta economica seguire.

Alcuni economisti ambientali replicarono ai colleghi (Daly et al, 2007). Sembra loro che il pensiero economico si riduca spesso ad una valutazione dell'adeguatezza dell'investimento rispetto al consumo, mentre andrebbe considerata con più attenzione qual è scala dei consumi di risorse naturali rispetto alla capacità della biosfera. La domanda di partenza corretta dovrebbe essere formulata nei seguenti termini: "Are we transforming too much of the natural world into ourselves, our furniture, and ultimately our wastes?" A loro avviso, esistono poi questioni di tipo differente, che sarebbe bene tenere distinte in modo chiaro: "Whether the scale of the human economy is optimal, or even sustainable, is one question. Whether the allocation of the amount of transformed stuff between current consumption and investment is optimal, is a second, entirely different, question. (…) A third question is "Who is *we*?". Nella replica di Arrow et altri, ospitata nello stessa pubblicazione, compare spesso un'espressione prima assente: "there come a point…",

[3] In bibliografia e nelle citazioni si fa riferimento alla prima versione dell'articolo, apparso come paper, dove si usano toni più sfumati e consapevoli degli aspetti ambientali rispetto al lavoro finale pubblicato due anni dopo, con lo stesso titolo e dagli stessi autori, sulla rivista Journal of Economic Perspectives. Molte contestazioni da parte degli economisti ambientali non sarebbero state forse sollevate se il lavoro fosse apparso nella sua prima versione.

[4] "A nation's current consumption will be deemed excessive if, by lowering consumption and increasing investment, the nation could generate discounted future felicities that more than compensate for lost current felicities" (Arrow et al., 2002 , p. 7).

[5] "In the absence of government intervention, there will be excessive use of these fuels relative to other commodities whose market prices are closer to accounting prices. Such imperfect pricing would lead to excessive overall consumption if the market price of consumer goods are less than their accounting prices and the market prices of investment goods are closer to their accounting prices." (Arrow et al., 2002, nostra sottolineatura).

[6] "Absence of well defined and secure property rights. Aquifers, fisheries, and forests often lack secure and well defined property rights. This too can cause market prices to fall short of accounting prices. This situation leads resource owners to produce more in the near term, in order to avoid expropriation or losses to other producers who claim the same property: the private rate of return on conservation falls below the social rate of return" (Arrow et altri, 2002, nostra sottolineatura)

che possiamo rendere in questo modo: "si può arrivare ad un punto nel quale…" le cose cambiano, proprio per quanto riguarda le condizioni di sostituibilità ed i prezzi ombra (Arrow et al., 2007).
Nella prospettiva ambientale il consumo deve essere considerato eccessivo non in termini assoluti ma in relazione ad un valore di stock, che deve essere determinato: "From this perspective, consumption is excessive if it threatens natural resource stocks (animate or inanimate) or the flow of ecosystem goods and services they provide, such as pollination, water filtration, climate regulation, and the provision of habitat for biodiversity. Ever-increasing levels of consumption tend to imply ever larger threats to critical resources and systems and thus are a cause for concern" (Ehrlich P.R., Goulder P. H., 2007, p. 1146). Si dovrebbero valutare gli impatti marginali dei consumi sulla biosfera in relazione non tanto e non solo al depauperamento degli stock di risorse naturali, rinnovabili e non, o agli accumuli ed alle concentrazioni eccessivi raggiunti nel tempo, ma soprattutto ai punti di irreversibilità ed alle soglie di pericolosità connessi. Il differente punto di vista degli economisti è che: "…the main objective should be to sustain human welfare, not natural resources. Current consumption patterns are seen as excessive if they jeopardize the ability of future generations to enjoy the same level of well-being as the current generation" (ibidem). Nemmeno questa volta l'analisi chiarisce quali siano le risorse ambientali meritevoli di piena protezione o i criteri precisi per identificarle. "Some natural resources are essential to well-being. Some are critical to life itself. Thus, sustaining certain natural resources is crucial to sustaining well-being. Ecologists and economists tend to agree that at least some natural resources or environmental amenities deserve full protection." (ibidem) A questo punto, si dovrebbe ricorrere ai modelli di simulazione per chiarirsi le idee. Il giudizio sui risultati è tanto lapidario quanto interlocutorio: "Results vary". Anche perché variano le ipotesi incorporate nei modelli sugli stock iniziali di risorse, sui tassi di crescita della popolazione, sulle opportunità di sostituzione e sul progresso tecnico. E sui prezzi che condizionano tutto, o quasi tutto.

Il punto di vista della Commissione Stiglitz-Sen-Fitoussi.
Il primo punto fermo stabilito dalla Commissione è che siamo di fronte ad un concetto multidimensionale, che interessa principalmente le generazioni future. Purtroppo non esistono per tutte le dimensioni della sostenibilità, e per le variabili attraverso le quali si esprimono, prezzi di mercato rappresentativi ed adeguati, di modo che non sempre esse possono essere quantificate in unità di misura economica senza sollevare grossi ed incontestabili problemi di valutazione.
Da questo primo punto fermo deriva un giudizio di intrinseca debolezza di tutti gli indicatori di sintesi della sostenibilità delle performance economiche. Gli indicatori dove prevale l'aspetto economico rischiano di rimanere invischiati in situazioni paradossali, nelle quali anche i danni acclarati all'ambiente finiscono per avere una valutazione positiva, in quanto causano un incremento del PIL dovuto ai costi sostenuti per il ripristino. D'altra parte, le rielaborazioni che riuniscono dati fisici eterogenei relativi ad una serie di variabili naturali ed ambientali si trascinano dietro bias originari, per cui da esse in certi casi esce un'immagine più favorevole dei paesi avanzati, soprattutto se l'indicatore premia l'efficienza nell'uso delle risorse naturali e il minor inquinamento causato per unità di prodotto interno lordo. In altri casi, come accade ad esempio con l'impronta ecologica, questo tipo di indicatori fornisce un'immagine migliore dei paesi che consumano meno ed hanno una maggiore dotazione di risorse naturali: tipicamente i paesi meno ricchi. Altri limiti di cui soffrono gli indicatori di sintesi derivano dall'arbitrarietà con la quale si scelgono le variabili da includere e da escludere. Proprio l'impronta ecologica appena citata non prende assolutamente in considerazione in modo chiaro ed evidente la situazione sotto il profilo delle "emissioni di carbonio", al punto che nel rapporto si dichiara preferibile ai fini di una misurazione in termini di sostenibilità, tenere sotto osservazione un indicatore più limitato ma più affidabile e significativo qual è la carbon footprint.
La logica con la quale è costruito un indicatore composito come l'Environmental Sustainability Index potrebbe essere condivisibile, in quanto riesce a coprire cinque campi diversi: (a) lo stato dei sistemi ambientali; (b) la pressione antropica su di essi; (c) la vulnerabilità dell'uomo; (d) gli aspetti sociali ed istituzionali anche di (e) portata globale. Le variabili scelte non danno tuttavia un quadro esaustivo, e manca la necessaria chiarezza sulle relazioni esistenti tra loro e nei confronti della sostenibilità[7].

[7] Anche un indicatore come il PIL verde non è giudicato in grado di fornire una misura convincente della sostenibilità, in quanto non esente dai limiti riscontrati in altri casi: "What conclusion would we draw from the fact that a given country's green GDP is x% or y% of its GDP defined in standard terms? Does this necessarily imply that this country is on an unsustainable path? In fact, green GDP focuses on only one side of the problem, i.e. the measurement of what can be consumed every year without environmental impoverishment. This does not tell us whether we are on a sustainable path." (Stiglitz et al., 2009, p. 72)

Qualsiasi tentativo di costruire indicatori solidi ed affidabili di sviluppo sostenibile avrebbe maggiori chance di riuscita se fosse possibile fissare in modo convincente le condizioni di sostituibilità attuali e future tra risorse naturali e capitale prodotto[8], che rimandano sia a fattori legati all'evoluzione tecnologica (avanzamenti scientifici sotto l'influenza di mutevoli rapporti di convenienza economica), sia a scelte di valore riguardo ad essi[9]. Di pari rilievo ai fini della sostenibilità è l'aspetto ambientale, che riguarda soprattutto le risorse naturali in grado di incrinare le condizioni di benessere, qualora dovessero essere oltrepassati punti critici di irreversibilità. A tale proposito: "The basic question is to build an indicator that would warn us, sufficiently in advance, whether we are or not on a non-sustainable growth path" (Stiglitz et al., 2009, p. 234). Anche disponessimo di tale indicatore, saremmo poi in grado di trasferire ai mercati i suoi segnali in modo corretto ed in tempo utile?
L'approccio pragmatico suggerito alla fine del rapporto dovrebbe combinare "a monetary indicator, which could send us reasonable signals about economic sustainability, and a set of physical indicators devoted to environmental issues" (Stiglitz et al., 2009, p. 62), lasciando agli esperti il compito di decidere quali ristretto gruppo di indicatori fisici sia più rilevante ai fini della sostenibilità in una logica fortemente radicata nella disponibilità degli stock [10].

Variabili fisiche ed ambientali critiche e relativi indicatori

La tabella qui sotto riprodotta presenta un elenco di indicatori di sviluppo sostenibile appositamente selezionato da un autorevolissimo gruppo di lavoro misto (Tab. 1).

Tabella 1 - Gruppo di indicatori di sviluppo sostenibile proposto da un working group UNECE/OECD/Eurostat sulla misurazione della sostenibilità.

Campo di interesse	***Indicatore di stock***	***Indicatore di flusso***
Fondamenti del benessere	*Aspettativa di vita in base alle condizioni di salute*	*Indicatori di variazione nel tasso di mortalità e morbilità*
	Percentuale della popolazione in possesso di istruzione post-secondaria	*Iscrizioni a corsi di istruzione post-secondaria*
	Variazioni della temperatura rispetto alla norma	*Emissioni di gas ad effetto serra*
	Concentrazioni di ozono e di particolato fine	*Emissioni inquinanti di precursori*
	Disponibilità di acqua in base alla qualità	*Scarichi di sostanze nutrienti nei corpi idrici*
	Frammentazione degli habitat naturali	*Conversione di habitat naturali ad altri usi*
Benessere economico	*Attività finanziarie nette estere pro-capire in termini reali*	*Investimenti pro capite in attività finanziarie estere in termini reali*
	Capitale reale prodotto pro-capite	*Investimento netto reale pro capite in capitale prodotto*
	Capitale umano reale pro-capite	*Investimento netto reale pro capite in capitale umano*
	Capitale naturale reale pro-capite	*Sfruttamento netto reale pro-capire di capitale naturale*
	Riserve di fonti di energia	*Estrazione di fonti di energia*
	Riserve di risorse minerali	*Estrazione di risorse minerali*
	Stock di risorse forestali	*Sfruttamento di risorse forestali*
	Stock di risorse ittiche	*Sfruttamento di risorse ittiche*

Fonte UNECE/OECD/Eurostat (2008) in (Stiglitz et al, 2009, p.81)

[8] "The "weak" approach to sustainability considers that good performance in some dimensions can compensate for low performance in others. This allows a global assessment of sustainability using monodimensional indices. The "strong" approach argues that sustainability requires separately maintaining the quantity or quality of many different environmental items. Following this up therefore requires large sets of separate statistics, each pertaining to one particular subdomain of global sustainability" (Stiglitz et al., 2009, p. 63).

[9] "The main message from this theoretical presentation will be that, as soon as current prices loose their informative power, the quantification of sustainability cannot proceed without explicit predictions of future economic and environmental trajectories, and without some explicit normative choices about values to be attached to such or such kind of trajectories, i.e. what is to be sustained, and for whom." (Stiglitz et al., 2009, p. 234)

[10] Nelle sue conclusioni la Commissione offre tre principali raccomandazioni in merito alla revisione delle misure di perfomance economica e benessere. La prima chiede di mantenere il più possibile distinti l'ambito della sostenibilità da quelli di performance economica e benessere, per scongiurare "confusing messages". La seconda raccomandazione suggerisce di preferire indicatori che segnalino un cambiamento delle disponibilità dei fattori ritenuti importanti per il futuro benessere. La terza raccomandazione invita a limitare il ricorso a valori monetari a quelle grandezze per le quali esistono "reasonable valuation techniques", in particolare "physical capital, human capital and natural resources that are traded in markets."

A parte i problemi, che restano a nostro modestissimo parere irrisolti, riguardo alla determinazione del valore preciso da assegnare al capitale umano ed al capitale naturale, si può approfondire con sufficiente cognizione di causa il caso di una coppia di indicatori fisici molto rilevanti ai fini della sostenibilità, e dei quali si presumono disponibili con relativa facilità le misure di flusso e di stock:

- le riserve di fonti di energia con le rispettive produzioni annuali;
- le emissioni di gas ad effetto serra e le relative variazioni della temperatura rispetto alla norma.

In realtà, il secondo accostamento flusso-stock suscita già di primo acchito forti perplessità, perché le variazioni della temperatura non sembrano essere un indicatore di stock capace di indicare con sufficiente anticipo se si stia procedendo o meno su un percorso di sviluppo sostenibile. In primo luogo, il dato è disturbato nel breve periodo da un notevole rumore di fondo causato da oscillazioni della temperatura del tutto naturali e nella norma. In un'ottica di lungo periodo, manca l'indicazione, essenziale per la sua forza segnaletica, di una soglia di criticità (tipping point) oltre la quale vi sarebbe una sostanziale irreversibilità dei fenomeni in atto. Nel rapporto si parla, proprio a riguardo del cambiamento climatico e delle emissioni di gas ad effetto serra, della possibilità di monitorare il "remaining budget" in termini di emissioni equivalenti di anidride carbonica per evitare, secondo l'opinione degli esperti di climatologia, che la temperatura media del pianeta possa crescere di oltre 2 gradi centigradi, superando le soglie anzidette di criticità ed irreversibilità[11].
La teoria del picco del petrolio sostiene da tempo che l'estrazione di petrolio sarebbe prossima al suo punto di massimo. Da lì in avanti la produzione non potrebbe fare altro che declinare per ragioni di scarsità fisica. In effetti, l'andamento della produzione e soprattutto delle riserve mondiali non conferma la predizione, o almeno la sua imminente realizzazione. In base ai dati desumibili dall'ultima edizione del BP Statistical Review of World Energy, la disponibilità di riserve provate, espressa in anni di produzione rimanenti ai ritmi correnti di estrazione, risulta in regolare aumento dall'inizio degli anni settanta, quando era inferiore ai trent'anni, ad oggi, che supera i 45 anni. Si consideri che nello stesso periodo di tempo la produzione mondiale di greggio è aumentata di circa il 50%, ed ora si aggira intorno ai 4 Gtep per anno. Le stime dello stock di petrolio accumulato nel corso dei millenni ed oggi recuperabile sono soggette ad una costante revisione, per ragioni essenzialmente dovute agli sviluppi incessanti delle tecniche di ricerca, esplorazione ed estrazione, a loro volta indirettamente legati al prezzo del petrolio. Si pensa che nel giro di un paio di decenni anni potrebbero diventare accessibili riserve estremamente ingenti di petrolio di tipo non convenzionale, finora non incluse nei conteggi. Su queste stime non è stato per altro ancora raggiunto un consenso tale da poterle ritenere del tutto affidabili. Una fonte autorevole ed abbastanza recente (Odell P., 2007) fornisce una forchetta di valori piuttosto ampia. Pur ritenendo più verosimile la stima superiore, pari ad oltre 500 Gtep di riserve ultime recuperabili, rivela l'esistenza di altre quattro valutazioni che non superano i 300 Gtep. Quest'ultimo dato solleva qualche legittima perplessità, poiché risulterebbe inferiore ai volumi di petrolio che sono già stati estratti o che sono stati dichiarati accertati. Per essere precisi, Odell stima che tra il 1860 ed il 2010 si siano globalmente prodotti e consumati 160 Gtep di petrolio, mentre le riserve mondiali provate alla fine del 2009, secondo la BP Statistical Review ammonterebbero a 205 Gtep, di cui 23 costituite da sabbie bituminose[12], per un totale di riserve ultime recuperabili di petrolio convenzionale di circa 340 Gtep.

[11] "Alternatively, it is possible to directly use a notion of CO2 remaining budget: according to climatologists, there is an upper limit of 0.75 trillion tonnes of carbon that might be discharged in the atmosphere if the risk of temperatures exceeding 2° Celsius above pre-industrial levels is limited to one-in-four, this upperbound at 2°C being largely accepted among climate experts as a "tipping point" opening the door to unstoppable feedback effects (methane from melting permafrost , CO2 and methane from decaying tropical forests ,all sorts of greenhouse gases released by saturated warming oceans, etc...). Of this 0.75 total budget, emissions to 2008 have already consumed circa 0.5. Hence the importance of monitoring this remaining CO2 budget. The attractiveness of this indicator is to be strongly consistent with the stock-based approach to sustainability. It can be also rephrased in the very expressive terms of a countdown index, i.e. the time that remains until exhaustion of this stock, under the assumption of emissions remaining on their current trend. This kind of representation is often used for other forms of exhaustible resources." (Stiglitz et al, 2009, p.81)

[12] Si riporta integralmente la nota esplicativa alla tabella della BP Statistical Review of World Energy sulle riserve provate: "Proved reserves of oil – Generally taken to be those quantities that geological and engineering information indicates with reasonable certainty can be recovered in the future from known reservoirs under existing economic and operating conditions. Reserves-to-production (R/P) ratio – If the reserves remaining at the end of any year are divided by the production in that year, the result is the length of time that those remaining reserves would last if production were to continue at that rate. Source of data – The estimates in this table have been compiled using a combination of primary official sources, third-party data from the OPEC Secretariat, *World Oil*, *Oil & Gas Journal* and an independent estimate of Russian reserves based on information in the public domain. Canadian proved reserves include an official estimate of 27.1 billion barrels for oil sands 'under active development'. Venezuelan reserves are taken from the *OPEC Annual Statistical Bulletin*, which notes that the figure includes "proven reserves of the Magna Reserve Project in the Orinoco Belt, which amounted to 94,168mb in 2008". Reserves include gas condensate and natural gas liquids (NGLs) as well as crude oil."

Basandoci su queste misure di stock e di flusso, entrambe crescenti, possiamo continuare tranquillamente a consumare petrolio? Certamente no, per una serie di validi motivi. Motivi di carattere ambientale, legati agli effetti nocivi sulla qualità dell'aria e sul clima causati da un consumo senza freni di fonti di energia fossile, petrolio in primis. Motivi di equità intergenerazionale: in un secolo e mezzo abbiamo bruciato una buona fetta delle riserve ultime recuperabili di petrolio, abbiamo cioè intaccato in modo consistente uno stock che non potrà essere reintegrato in tempi misurabili. Motivi di ordine economico: interessa ora sapere se al ritmo di consumo attuale, molto più sostenuto che in passato, resta un tempo sufficiente a realizzare tutti gli investimenti richiesti per una transizione dal petrolio ad altre fonti di energia governata in modo da evitare bruschi ed improvvisi shock.

Conclusioni

Dall'Impronta ecologica all'Agenda 21, dal Life Cycle Assessment al modo con il quale si tratta la sostenibilità nei bilanci e nei rapporti predisposti a tale riguardo dalle imprese, la proliferazione incontrollata di indicatori e di strumenti rischia di confondere e disturbare, anziché essere d'aiuto alla causa della sostenibilità.

L'attuale presidente dell'ISTAT Enrico Giovannini, all'epoca a capo dell'ufficio statistico dell'OCSE, in una serie di slide presentate durante un convegno svoltosi in Norvegia nel 2004 citava tra gli ostacoli di tipo statistico più seri alla creazione di indicatori di sintesi dello sviluppo sostenibile: "Difficult measurement of monetary values for natural resources; Measurement of stocks ….. lack of reliable data, even in several OECD countries." Gli ostacoli restano immutati ed apparentemente insuperabili anche passando da un consesso tecnico al rapporto di una commissione di stampo "pre-politico", come quella guidata dai professori Stiglitz, Sen e Fitoussi. L'impressione è che il mondo delle istituzioni ed il mondo scientifico non possano, per quanto di rispettiva competenza e in tempi brevi, superare i fallimenti dei mercati ed i limiti conoscitivi. Chiedere di aspettare che le nostre conoscenze diventino più certe ed affidabili sembra quindi una scusa di comodo per non presentare proposte ufficiali, specifiche e concrete: "Whatever we do, however, dashboards and indices are only one part of the story. Most of the efforts involved in assessing sustainability focus on increasing our knowledge about how the economy and the environment interact now and are likely to interact in the future." (Stiglitz et al., 2009, p. 234).

Nei limiti della loro intrinseca incertezza, i dati scientifici attualmente disponibili andrebbero messi in relazione al depauperamento quantitativo o qualitativo dello stock di un numero selezionato di risorse naturali. Non si dovrebbe trattare solo delle risorse essenziali alla vita dell'uomo e di altre specie viventi - tenendo per altro sempre a mente il saggio ammonimento di Solow- ma anche di quelle risorse non rinnovabili ed esauribili dalle quali siamo dipendenti in misura sostanziale per le performance economiche ed il benessere degli individui. Non c'è bisogno di indicatori molto sofisticati per essere messi in guardia dal depauperamento e dall'eccesso di consumi. Nel campo dell'energia, ad esempio, basterebbero quelli ampiamente utilizzati quando si affrontarono le emergenze dichiarate a seguito di due bruschi ed improvvisi shock petroliferi: indicatori di disponibilità, indicatori di dipendenza, indicatori di consumo ed efficienza, furono sufficienti ad impostare politiche di diversificazione e di risparmio. La vera nuova difficoltà (anche questa, ad onore del vero, presente nella citata relazione di Giovannini) deriva dalla globalizzazione dei fenomeni economici ed ambientali, che rende necessario il coinvolgimento di tutti i Paesi e la condivisione delle decisioni in merito a come ripartire gli sforzi di riduzione dei consumi e di transizione energetica. Questo è il vero ostacolo da superare per stabilire le basi di un paradigma di sviluppo "globale" fondato sulla sostenibilità nell'uso di alcune risorse. E' solo disponendo di basi estese e condivise che si possono impostare le politiche con i relativi strumenti di attuazione che governino gli investimenti, i consumi e la sostituzione di queste risorse a rischio.

La sostenibilità non è una ricetta che possa essere interamente elaborata in chiave economica. Dati certi "biases in consumption", le politiche hanno strumenti a disposizione per correggerli. "Public policy has a major role to play in dealing with current biases in consumption. The removal of subsidies would deal with part of the problem. In addition, a range of policy instruments can be invoked to deal with externalities. Emissions taxes and tradable emissions allowances can help prices better approximate social cost. Alternatively, the public sector could invoke other instruments—including efficiency standards and tax credits for cleaner production—to address externalities. Of course, removing subsidies or introducing environmental regulations often imposes costs on powerful stakeholders, such as energy-supplying industries. A major challenge is to overcome the potential political opposition to such policies. Offering

compensation to parties that would face unusually large costs could help overcome political constraints." (Ehrlich P. R., Goulder L. H., 2007, p. 1154).

L'assegnazione di diritti di proprietà relativi a risorse naturali libere e minacciate da qualche "scarsità", e la creazione di mercati artificiali (ed imperfetti) dove potere scambiare permessi di emissione per lasciare al mercato il compito di esprimere una valutazione su certe esternalità ambientali, avvengono in due step. Nel primo step, l'amministrazione definisce uno stock; nel secondo step, il mercato, fissando un prezzo dei diritti e dei permessi, attribuisce indirettamente un valore alle risorse che regolerà i flussi. Ai merceologi che si occupano di questi temi oltre allo studio delle cause e delle dimensioni dei "biases in consumption" con i loro effetti ambientali, dovrebbe interessare almeno la fase preliminare dell'applicazione degli strumenti "economici" con i quali si può cercare di arginarli.

Bibliografia

Arrow K.J., Daily G., Dasgupta P., Ehrlich P., Goulder L., Heal G., Levin S., Goran Maler K., Schneider S., Starrett D., Walker B., "Are we consuming too much?" scaricabile a http://www.beijer.kva.se/PDF/84661881_Disc151.pdf , anno 2002.

Arrow K.J., Daily G., Dasgupta P., Ehrlich P., Goulder L., Heal G., Levin S., Goran Maler K., Schneider S., Starrett D., Walker B., "Consumption, Investment, And Future Well-Being: Reply To Daly Et Al." Conservation Biology, Volume 21, No. 5, pp. 1363–1365, anno 2007.

British Petroleum, "Statistical Review of World Energy", scaricabile a: http://www.bp.com/productlanding.do?categoryId=6929&contentId=7044622 , anno 2010.

Daly H.E., Czech B., Trauger D.L., Rees W.E., Grover M., Dobson T., Trombulak S.C., "Are We Consuming Too Much—For What?" in Conservation Biology Volume 21, No. 5, pp. 1359–1362, anno 2007.

Ehrlich P.R., Goulder L.H, (2007) "Is Current Consumption Excessive? A General Framework And Some Indications For The United States" Conservation Biology Volume 21, No. 5, pp.1145-1154, anno 2007.

Giovannini E., "Indicators and Accounting Frameworks for Sustainable Development Policies", scaricabile a: http://www.regjeringen.no/upload/kilde/fin/nyh/2004/0004/ddd/pdfv/215539-presentasjon_enrico_giovannini.pdf , anno 2004.

Odell P, "Riserve e Risorse" in Enciclopedia degli Idrocarburi, Volume 4, ISTITUTO DELL'ENCICLOPEDIA ITALIANA, Roma, anno 2007.

Pearce D, "FORUM Substitution and sustainability: some reflections on Georgescu-Roegen", in Ecological Economics 22, pp. 295–297, anno 1997.

Solow R. "Un passo concreto verso la sostenibilità" in Energia, volume 2, anno 1993.

Stiglitz J.E, Sen A., Fitoussi J.P, " Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress", scaricabile a: http://www.stiglitz-sen-fitoussi.fr/documents/rapport_anglais.pdf , anno 2009.

Summary

PHYSICAL AND ENVIRONMENTAL INDICATORS IN THE REPORT OF THE STIGLITZ-SEN-FITOUSSI COMMISSION

The report prepared by the Commission Stiglitz-Sen-Fitoussi on behalf of French President Sarkozy is focused on the measurement of economic performance and social progress. One crucial point of the analysis concerns the sustainability of development. Particularly, the definition of related indicators of physical and environmental flows and stocks, which could anticipate possible critical effects and / or irreversible phenomena caused by the present development. In fact, the lack of reliable measurements of stocks, and the weakness of cause-effect relationships do not allow good predictions, as demonstrated in the case of recoverable oil reserves and the climate change of the planet. When there will be sufficient scientific certainty about that, it could be too late. In fact, we dispose of sufficient data to prove excess consumption and depletion of resources to support policies and implement actions. What is missing is consensus and sharing, more and more difficult to achieve when the problems reach a global dimension.

IL PIANO TERRITORIALE PROVINCIALE QUALE STRUMENTO DI POLITICA E SVILUPPO AMBIENTALE SOSTENIBILE PER LA REGIONE SICILIA

GIUSEPPE IOPPOLO[*], ROBERTA SALOMONE[**], GIUSEPPE SAIJA[**]
*Dipartimento di Scienze Economiche, Aziendali e Finanziarie, Università degli Studi di Palermo
Viale delle Scienze, 90128 Palermo; e-mail: giuseppe.ioppolo@unime.it
[**]Dipartimento di Studi e ricerche Economico-aziendali ed Ambientali, Università degli Studi di Messina
Piazza S. Pugliatti 1, 98122, Messina

Riassunto
Il PTP (Piano Territoriale Provinciale) è lo strumento designato ai sensi della L. 142/90 "Ordinamento delle autonomie locali", assorbita nel "Testo unico delle leggi sull'ordinamento degli Enti Locali", D.L. n.267 del 18 Agosto 2000, per definire le prospettive di sviluppo territoriale sostenibile su scala provinciale. A livello nazionale, il compito della gestione e realizzazione di tale strumento è assegnato alle Province, mentre la Regione mantiene esclusivamente il ruolo di validatore del percorso e dei risultati. Nella Regione Siciliana le recenti esperienze delle Provincie di Agrigento, Catania, Enna, Messina, Palermo, Ragusa, Siracusa e Trapani rappresentano un avanzamento significativo sul ruolo, sul metodo e sui contenuti del PTP, inteso anche come uno strumento di tipo "piano-processo". Nel presente lavoro, sulla base di una metodologia proposta per il PTP della Provincia di Caltanissetta, si sintetizzano le principali innovazioni di processo, focalizzando l'attenzione su uno degli aspetti più complessi: il metodo per la definizione delle scelte e per l'assegnazione della priorità.

Introduzione
Il processo di sviluppo socio-economico di un territorio deve realizzarsi attraverso scelte responsabili e condivise tra i soggetti e le organizzazioni che compongono il tessuto territoriale, al fine di valorizzare le risorse e le competenze presenti dell'area. In tale contesto il territorio può essere assimilato ad un "soggetto strategico complesso" che, per il raggiungimento degli obiettivi predefiniti nella politica di sviluppo, necessita di strumenti specifici, in grado di assicurare una adeguata gestione delle caratteristiche risorse territoriali. In particolare, un adeguato strumento di politica ambientale territoriale che si prefigge l'obiettivo strategico generale di individuare la direzione di sviluppo compatibile con il sistema territoriale su cui agisce, deve consentire l'interpretazione corretta dei valori ambientali, culturali, economici e sociali propri del territorio provinciale (sviluppo territoriale sostenibile). Infatti, in riferimento alle vigenti disposizioni normative regionali e ai più recenti approfondimenti disciplinari - in linea anche con lo strumento della concertazione ed il principio di sussidiarietà - studiare, programmare e gestire le risorse territoriali, implica l'uso di strumenti di co-pianificazione partecipativa e dialogica tra i diversi livelli di governo del territorio (Heikkila T., Isett K.R. 2004; Ioppolo G. 2010a).
Il governo del sistema territoriale, inoltre, impone la necessità di affrontare scelte intra-settoriali che presuppongono un inquadramento strutturale del territorio e la definizione di strategie di area vasta che incidono sulla dimensione economica, ambientale e socio-culturale del territorio. Ciò si ottiene attraverso la costruzione di un *quadro conoscitivo unitario* e aggiornato, del territorio, con valenza strutturale, grazie all'individuazione: delle componenti (risorse, valori e vincoli); dell'articolazione, della gerarchia, delle relazioni e delle linee evolutive dei sistemi territoriali (urbani, rurali e montani); dei programmi di settore. Dalla costruzione del quadro conoscitivo (che costituisce la fase valutativa) si procedere all'individuazione di un *quadro propositivo* delle azioni di piano e di programma presenti nel territorio provinciale; quest'ultimo, ha una valenza strategica e rappresenta una sintesi di coordinamento, di razionalizzazione e di verifica della coerenza delle varie azioni che consente di definire un'ipotesi di assetto funzionale e territoriale di area vasta, coordinata e partecipata, su cui trasferire le scelte locali e le strategie regionali (Di Pace A., 2009). Infine, attraverso un *piano operativo*, si individuano, sulla base delle analisi di fattibilità, tutte le azioni/progetti compatibili, coerentemente ai risultati delle precedenti fasi.
Lo strumento idoneo ad assolvere tali compiti, definendo le prospettive di sviluppo territoriale sostenibile a livello provinciale, è il Piano Territoriale Provinciale - PTP (L. 142/90 "Ordinamento delle autonomie

locali", assorbita nel "Testo unico delle leggi sull'ordinamento degli Enti Locali", D.L. n.267 del 18 Agosto 2000). Il PTP è uno strumento di co-pianificazione partecipativa che traduce il processo decisionale in una "azione integrata e coordinata" al fine di incentivare e governare lo sviluppo ambientale di un sistema territoriale, realizzando un rapporto collaborativo aperto tra tutti i soggetti portatori di legittimi interessi, pubblici e privati (Liga A., Accorso F. 2009). Ogni regione, attraverso proprie leggi, prevede la sua applicazione nei vari contesti provinciali. Il PTP può essere considerato come una dichiarazione formale (presentata dalla Provincia dopo consultazione con gli altri Enti territoriali e validata dalla Regione) della visione del sistema locale, degli obiettivi e dei traguardi di sviluppo concretamente perseguibili. Il processo logico in cui deve collocarsi il PTP è, infatti, quello della Provincia Regionale, chiamata a svolgere il ruolo di "Ente intermedio", organismo sovra-comunale e "unità gestionale di riferimento", a cui affidare l'attuazione di un disegno unitario, con contenuti coerenti con un ordinato assetto d'area vasta, indirizzati allo sviluppo ed alla tutela dell'ambiente (Liga A. et al. 2006). Nel caso specifico della Regione Sicilia, il PTP è previsto dall'art. 12 della legge regionale 9/86, istitutiva della Provincia Regionale (Putaggio A. 2011). Attraverso il Piano, la Provincia Regionale si propone il raggiungimento di una serie di obiettivi fra i quali emergono chiaramente, per le loro ricadute strategiche (Consorzio Leonardo, 2011):

- l'identificazione di una direzione unificatrice che possa conferire coerenza ed unicità di indirizzo alle azioni ed alle decisioni dell'Ente Provincia, in presenza di fattori multi-identitari;
- la progettazione di una visione condivisa per la provincia del "prossimo futuro" che esalti gli elementi della coesione sociale;
- l'individuazione di quei fattori di specificità locale che possano rappresentare la base per lo sviluppo dei vantaggi competitivi di un territorio;
- la definizione di tempi e priorità di azione al fine di organizzare i processi di implementazione delle linee strategiche.

Il PTP può essere considerato uno strumento adeguato ad innescare processi innovativi nel territorio, su scala provinciale, attraverso la valutazione sia delle risorse attualmente disponibili, sia di quelle potenzialmente disponibili, ma non ancora utilizzate, mettendo a sistema la multi-identitarietà del territorio a fini competitivi. Dunque, lo studio dell'assetto territoriale, letto come risorsa multidimensionale, fa riferimento, ai fini della definizione di un quadro complessivo di assetto funzionale ed ambientale del territorio provinciale, alla tutela e alla valorizzazione dell'ambiente, delle risorse idriche ed energetiche, di parchi e riserve naturali.

Nel presente lavoro si analizza lo strumento PTP nella Regione Siciliana, sulla base di una proposta metodologica per il realizzando PTP di Caltanissetta; tale metodologia è il risultato dell'integrazione delle esperienze delle Provincie di Agrigento, Catania, Enna, Messina, Palermo, Ragusa, Siracusa e Trapani. Tali esperienze, tutte comprese nell'ultimo decennio, mostrano quanto efficacemente il PTP possa incidere sull'azione di riequilibrio, tra l'uso della risorsa territoriale ed i benefici economico-sociali, a favore delle varie parti del territorio, identificando anche le aree disomogenee suscettibili di sviluppo integrato, e quanto possa consentire un'organica programmazione economico-ambientale-territoriale che investe le scelte di gestione e sviluppo sostenibile delle risorse del sistema locale. La proposta metodologica di seguito descritta rappresenta un'evoluzione del modello di PTP; in particolare, tale evoluzione si esplica in tre aspetti principali:

1. nei principi e nella struttura della metodologia complessiva (risultato di un'integrazione delle "best solution" applicate nelle precedenti esperienze di PTP in Sicilia);
2. nella metodologia utilizzata per l'analisi e la gestione della risorsa territoriale (il metodo RHOL, introdotto nel PTP di Palermo);
3. nel processo di gerarchizzazione delle scelte secondo un approccio multicriteri (sulla base di quanto proposto nel PTP di Catania) che ha consentito di migliorare dell'analisi RHOL mediante (Consorzio Leonardo, 2011).

Il Piano Territoriale Provinciale (PTP) nella Provincia di Caltanisetta: una proposta metodologica

Principi e struttura della metodologia complessiva

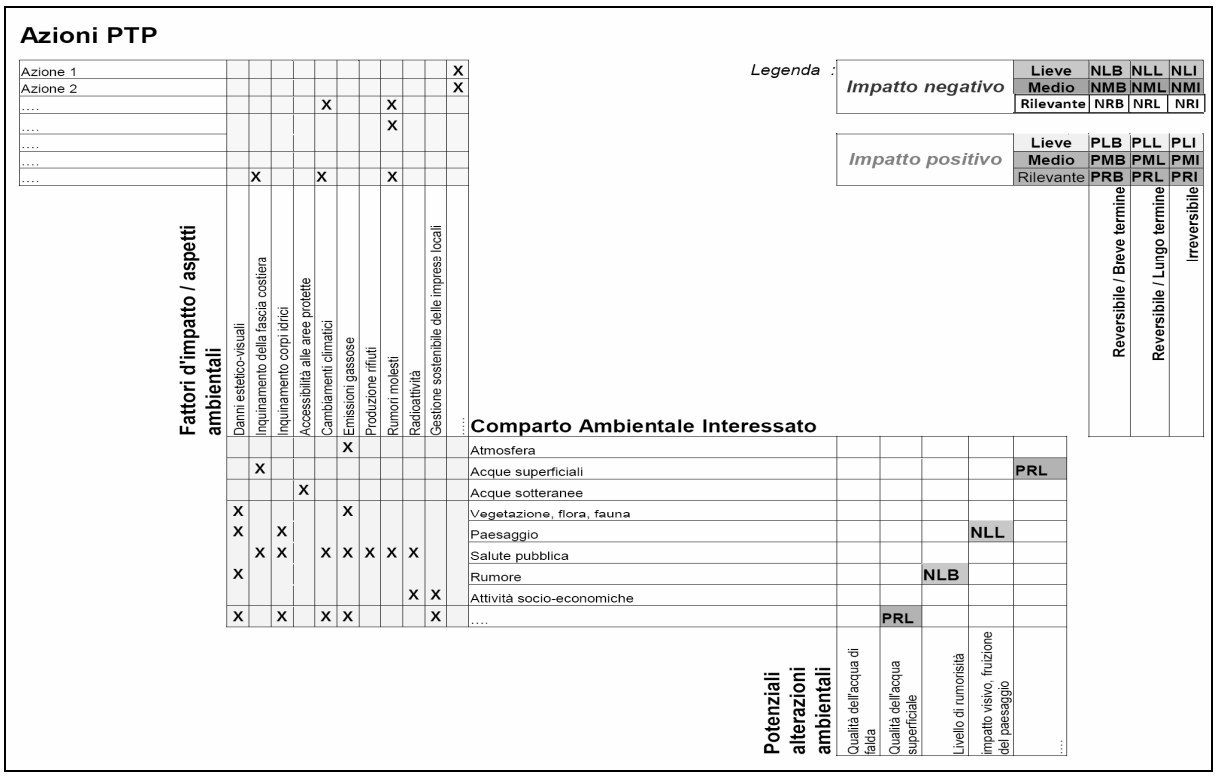
Come già evidenziato, l'obiettivo del mantenimento e del miglioramento della risorsa territoriale pone la necessità di dotarsi di strumenti diagnostico-pianificatori basati su un approccio di tipo sistemico ad ampio spettro, per l'identificazione e la gestione delle dinamiche di sviluppo locale su scala provinciale. Infatti, il raggiungimento di tale obiettivo è perseguibile attraverso l'esplicita definizione di priorità ed orientamenti da concordare tra i vari livelli istituzionali privilegiando una logica di co-pianificazione partecipativa. Tra gli strumenti pianificatori/regolatori, il Piano Territoriale Provinciale (PTP) sembra possedere tali

caratteristiche, in quanto assume un ruolo di coordinamento delle domande di sviluppo locale e di trasformazione urbanistica sovra-comunale, divenendo una mappa di correlazione sia tra gli enti presenti nel territorio che tra i progetti/programmi.
Nella Provincia di Caltanissetta, a Gennaio 2011, è stato messo a bando la realizzazione del servizio del PTP; l'iter di individuazione del partner tecnico, a cui affidare la realizzazione del PTP, non è ancora concluso. Alla stazione appaltante provinciale è stata fornita una proposta innovativa in termini di integrazione delle "best solution" applicate nelle precedenti esperienze di PTP nelle altre 8 Province (Consorzio Leonardo, 2011). La proposta metodologica per Caltanissetta intende superare i limiti dei piani settoriali o di livello inferiore, in una logica unitaria di aggregazione ed integrazione, senza sovrapposizioni, di tutte le azioni e gli indirizzi su cui si costruiscono le prospettive di trasformazione territoriale. L'aspetto innovativo di questa metodologia è quello di costituire un "Piano-Processo" i cui compiti di governo sono quelli di ricongiungere le strategie territoriali alle azioni operative promuovendo, tra gli attori del sistema provinciale, logiche sostenibili in funzione di compatibili trasformazioni dell'uso del suolo e localizzazioni delle attrezzature e dei servizi. In quest'ottica, il PTP proposto agirà su quattro comparti chiave:
1) lo sviluppo socio-economico;
2) l'organizzazione del territorio e la tutela dell'ambiente;
3) i servizi sociali e culturali;
4) le reti delle infrastrutture di trasporto.

Al fine di perseguire tali risultati, il PTP, in qualità di strumento regolatore, anche con valore di normativa cogente, opererà attraverso tre fasi pianificatorie, con diverso valore ed attuabili con procedure differenti in funzione del ruolo ad esse riconosciuto, distinte come già proposto nel PTP di Agrigento (Leone N. et al. 2005):
1. *Quadro Conoscitivo con valenza Strutturale* (QCS), che rappresenta una mappa fisico-antropico ed economico-sociale del sistema territoriale il cui grado di accuratezza ed approfondimento si accompagna all'uso di una base informativa georeferenziata delle realtà territoriali;
2. *Quadro Propositivo con valenza Strategica* (QPS), che permette una sintesi del coordinamento, della razionalizzazione e della verifica di coerenza dei piani/programmi comunali, quindi, identifica la complementarietà di tutte le iniziative e assegna loro un ordine prioritario;
3. *Piano Operativo delle opere, servizi ed infrastrutture* (PO), di peculiare competenza del piano provinciale ai sensi della L.R. 9/86, che, in maniera puntuale, raccorda gli obiettivi strategici di indirizzo alle azioni di intervento.

Nella prima fase viene redatto il QCS che, diversamente dalle precedenti esperienze, nella proposta metodologica di Caltanissetta, viene assimilato ad una Analisi Ambientale Iniziale. Il QCS viene costruito come un catalogo delle informazioni associate alle competenze provinciali (organizzate e sistematizzate), qualificate secondo una lettura degli impatti, per documentare il complesso delle conoscenze territoriali disponibili ai diversi livelli operativi. Ciò si inquadra in una logica più ampia riconducibile al c.d. *knowledge territorial management* in quanto, la predisposizione di tale base dati è necessaria e propedeutica alla costruzione di una base comune di conoscenze da condividere con tutti gli altri Enti preposti al governo del territorio che, a loro volta, devono contribuire alla sua realizzazione e al suo costante aggiornamento (Ioppolo G., 2010b; Consorzio Leonardo, 2011). Il ruolo assunto dal PTP, quale strumento di compatibilizzazione dello sviluppo sostenibile del sistema territoriale, rende necessario che tutte le sue fasi, sin dall'individuazione degli indirizzi di piano, prendano in considerazione applicazioni innovative per la salvaguardia dell'ambiente come le tecnologie eco-compatibili, l'uso delle energie rinnovabili, ecc. La sostenibilità ambientale consente, inoltre, di individuare ed analizzare le misure per ridurre o compensare gli effetti sull'ambiente e sulla salute umana generati dalle alternative individuate, riqualificando e migliorando la qualità ambientale e paesaggistica dell'interno sistema territoriale (Ioppolo G., Salomone R. 2009;). Ad esempio, nella proposta metodologica per il PTP di Caltanissetta, al fine di visualizzare l'influenza degli interventi oggetto di valutazione sui vari comparti ambientali, è stata introdotta la cosiddetta "Matrice d'Impatto", che mette in correlazione le azioni progettuali con i fattori ambientali. La Matrice d'Impatto è uno strumento flessibile, nel senso che può essere perfezionata e modificata con nuove informazioni disponibili e può presentare vari livelli di approfondimento e complessità (si può passare dalle matrici semplici, a due entrate, ai sistemi matriciali, ad es. vedi sopra *fig. 1*) (Consorzio Leonardo, 2011).
Nel QCS sarà, inoltre, necessario evidenziare i ricettori più sensibili a cui prestare maggiore attenzione, fornendo una valutazione dettagliata ed una stima complessiva di impatto ambientale, migliorabile grazie agli interventi di mitigazione. I dati che emergeranno possono essere approfonditi e discussi insieme all'Amministrazione, per una prima valutazione informale del possibile impatto delle azioni da intraprendere (Gabrielli B., Fusero P. 2003). A conclusione dell'analisi di fattibilità ambientale, il QCS evidenzia le

esigenze di mitigazione su cui approfondire, attraverso tavoli di discussione con l'Amministrazione e gli stakeholder (in particolare durante le attività previste per la fattibilità sociale), altri aspetti di fattibilità economico-finanziarie.



Fonte: (Consorzio Leonardo, 2011)

Fig. 1 – Esempio di matrice di impatto proposta per il PTP di Caltanissetta

Sotto il profilo operativo, attraverso applicazioni di *information communication technology (ICT)*, nella redazione del QCS può essere efficacemente utilizzato il webGIS (un sistema informativo geografico - GIS - pubblicato su web) che rappresenta una infrastruttura idonea a contenere una banca dati con informazioni affidabili, certificate e georeferenziate, accessibili per la consultazione sia dal sistema interno agli Enti Locali che dalle organizzazioni e dalle categorie socio-economiche rappresentative o con interessi di vario livello sul territorio (Ioppolo G., Salomone R. 2009). Il webGIS risponde all'obiettivo di gestione e di individuazione degli indirizzi di co-pianificazione con carattere strategico, perseguibile attraverso la preventiva integrazione logica e operativa dei Sistemi Informativi Territoriali. Il risultato dell'applicazione di ICT a supporto del PTP, consente la costruzione di una banca dati geo-referenziata in cui sono riportate le esigenze, le idee, gli studi di fattibilità, le progettazioni presenti sul territorio (Joerin F. et al 2001).
La banca dati rappresenta il nucleo centrale di informazioni da cui partire per avviare la seconda fase, ovvero la definizione di obiettivi di sviluppo strategico, che verranno incardinati nel QPS, al fine di progettare un territorio sostenibile e coerente sia con i valori primari del territorio che con le trasformazioni di varia origine e natura. Tali obiettivi rappresentano le invarianti di un modello di crescita territoriale nel medio-lungo termine. Dal punto di vista operativo, questa fase viene sviluppata mediante un processo iterativo di valutazione e gestione delle politiche del territorio ed è finalizzata ad organizzare gli elementi qualitativi contenuti nel QCS all'interno di una matrice di coerenza tra le aspettative del sistema locale e gli scenari di sviluppo sostenibile. A tal fine, è necessario allineare la matrice di sostenibilità ambientale (ad es. attraverso l'individuazione di un set essenziale di indicatori multifattoriali) alle capacità economico-finanziare del sistema territoriale, per esprimere le relazioni funzionali ottimali tra le diverse opportunità di trasformazione (ad es. caratteristiche di nuove infrastrutture, disponibilità di nuove aree di insediamento delle attività economiche, sfruttamento di risorse naturali, etc.) (Consorzio Leonardo, 2011).
Il PO, infine, è la terza ed ultima fase e si concentra sulla definizione delle principali infrastrutture di comunicazione e sulla localizzazione delle opere ed impianti di interesse sovracomunale, divenendo la mappa dei progetti di intervento e dei programmi incidenti sulla trasformazione del territorio, che hanno superato le barriere della sostenibilità ambientale, territoriale, economica, finanziaria e soprattutto sociale (Munda G. 2006).

In conclusione, il PTP è un piano-processo mutuabile al ciclo di Deming ed alle metodologie tipiche della swot analysis, in quanto consente di mettere a confronto i punti di forza e di debolezza del sistema territoriale, con le minacce e le opportunità del contesto globale, verificando l'allineamento delle scelte (Plan) alle azioni/programmi/progetti (Do), eseguendo un *audit continuo* del territorio (Check) ed, eventualmente, intervenendo per correggere in itinere (Act). Attraverso l'applicazione del metodo del Quality Function Deployment (QFD) (Sullivan, 1986), alla scala territoriale è possibile allineare la multi-identità dell'area, interpretata secondo l'unione dei suoi caratteri e delle sue specificità (come le caratteristiche morfologiche, climatiche, paesaggistiche, storico-monumentali, economico-produttive ed infrastrutturali, lette in maniera indipendente, quindi correlate in un'ottica di contesto, sintetizzato in un quadro geografico, sociale ed istituzionale), al sistema competitivo territoriale, sommando alle matrici di impatto, sopra indicate, le analisi sui macrotrends e sul benchmarking, che permettono di comparare performance e soluzioni di altri territori (riferimenti in termini di *best solution*). Il QFD, dunque, si può trasformare in un Territorial Function Deployment (TFD), il cui risultato permetterà di identificare l'ambizione del sistema provinciale secondo il principio di appropriatezza (coerenza) delle decisioni alla disponibilità d'uso delle "risorse". All'interno del suddetto processo, operativamente, assume un ruolo strategico il metodo di supporto alle decisioni per la definizione di una graduatoria di priorità degli interventi proposti, negoziati e concertati.

La metodologia di analisi e gestione della risorsa territoriale: il metodo RHOL

Sulla base dell'esperienza del PTP di Palermo, nella proposta metodologica di Caltanissetta è stata affrontata la necessità di superare gli obsoleti modelli di *government*, grazie all'introduzione innovativa della metodologia operativa denominata RHOL (roles, hierachies, opportunities and liaisons), proposta dal Prof. M. Carta, nell'ottica di un approccio di tipo orizzontale e cooperativo tra i diversi soggetti coinvolti, finalizzato all'identificazione degli indirizzi e dei processi attuativi per le trasformazioni territoriali (Carta M. 2003a). Attraverso il metodo RHOL è possibile estrarre gli elementi di identità del territorio provinciale e tracciarne le vocazioni, quindi, disegnare le trame identitarie del territorio, in termini di ruoli prevalenti, gerarchie e relazioni necessarie nelle varie fasi di sviluppo del PTP. Tale metodologia è infatti idoneo alla predisposizione degli elaborati strutturali del PTP (relazioni, cartografie, shapefile, etc, organizzati per livelli omogenei di informazione tipo analisi ambientale e del rischio, analisi storica, sistema delle in strutture, cluster di conoscenza, analisi statistiche georeferenziate, etc.); l'esperienza di Palermo mostra come gli elaborati strutturali si possano articolare in domini principali da allineare alle competenze della Provincia stessa. La proposta metodologica del PTP di Caltanissetta punta allo sviluppo di nuove forme di gestione integrata del sistema territoriale, privilegiando, quale punto di forza per il lancio di una nuova economia, le risorse endogene e la capacità di carico del sistema locale. Infatti, il Piano incide significativamente sulla costruzione di una coscienza territoriale diffusa, volta alla tutela, alla valorizzazione e allo sviluppo sostenibile della risorsa territoriale, individuando le azioni più coerenti e le migliori forme partenariali tese a trasformare l'intera Provincia in un sistema innovativo territoriale (Ioppolo G. 2010a). L'aspetto di forte appeal della metodologia è rappresentato dalla propria semplicità ed intuitività che permette l'analisi e la gestione della risorsa territoriale.

La metodologia RHOL può essere schematizzata così come segue (Carta M. 2003b):

- *ruoli (roles)* - la prima fase è l'identificazione delle specializzazioni strutturali del territorio; i ruoli rappresentano gli usi sostenibili, le funzioni prevalenti e consolidate, rilette secondo il grado di trasformabilità o il necessario mantenimento e tutela, quindi, della qualificazione degli invarianti territoriali. Attraverso la corretta individuazione dei ruoli si costruiscono le politiche di sviluppo sia in termine di approccio strutturale che di indicazioni per l'operatività del piano;
- *gerarchie (hierarchies)* - la seconda fase consiste nella quantificazione ordinata delle specializzazioni territoriali, attraverso il riconoscimento del rango o della dimensione. L'obiettivo è quello di associare un "grado gerarchico" al sistema di valori territoriali, misurando le risorse in termini di eccellenza, di poteri decisionali e competenze ed esprimendo un giudizio di qualità integrata (territoriale, paesaggistica, ambientale, sociale ed economica). Attraverso questa fase è possibile, dunque, assegnare una posizione strategica ai ruoli precedentemente individuati;
- *pesi (opportunities)* - la terza fase si concentra sul macro obiettivo del riequilibrio territoriale. I ruoli gerarchizzati vengono riletti e confrontati con il contesto competitivo, al fine di evidenziare opportunità e minacce, quindi, tracciare e calibrare gli sforzi, assegnando dei pesi contestualizzati, ossia reali;
- *relazioni (liaisons)* - l'ultima fase permette la messa in sistema delle interazioni tra le diverse componenti strutturali del territorio. La mappa relazionale si struttura attraverso asset intangibili (culturali, reti immateriali, matrici storiche, forme associative-distrettuali) e asset tangibili (connessioni

spaziali di contiguità, funzionali ed infrastrutturali). Il PTP punta a rafforzare le relazioni interne al sistema, e si proietta all'esterno attraverso un'immagine unica ed unitaria, per coagulare nuovi interessi ed attrarre nuovi portatori di interesse.

Attraverso la metodologia multidominio RHOL si propongono, inoltre, le strutture/trasformazioni compatibili per il PTP, suddivise in: *nodi dell'eccellenza territoriale* (grandi centralità, poli attrattori e componenti propulsive dello sviluppo); *armature territoriali portanti* (programmi e progetti per il riequilibrio territoriale sulla scorta di una gestione sostenibile di risorse e beni); *componenti, identità e vocazioni* (le eccellenze su cui costruire una nuova catena del valore); *porte e corridoi* (accessibilità e connettività territoriale provinciale e sovralocale) (Carta M. 2003a).

Gli scenari di sviluppo compatibile che si delineano nell'applicazione del PTP sono il risultato di un'analisi multicriteri basata su parametri di natura interdisciplinare, ricondotti al modello di cluster frutto dello stesso metodo RHOL. Dunque, il metodo RHOL può considerarsi l'architettura procedurale per la costruzione delle tre fasi principali del PTP. Il procedimento operativo può essere articolato nell'individuazione di un set di criteri di valutazione, nell'assegnazione dei punteggi, nella definizione di un sistema di pesi/ponderazioni, nell'aggregazione dei punteggi e ottimizzazione, nella costruzione di una matrice che sintetizzi le informazioni raccolte. Il risultato complessivo è un piano-processo che identifica un'eco-governance a cui consegnare un quadro sintetizzato delle componenti endogene strutturanti (ruoli e gerarchie) e delle componenti esogene strategiche (pesi e relazioni), individuando nel contempo aree o settori su cui agire con azioni dirette (ruoli e pesi) e quelle su cui agire con funzioni di coordinamento (gerarchie e relazioni), il tutto in una logica di scambio e condivisione dell'informazione, che deve essere chiaramente comprensibile.

Il processo di gerarchizzazione delle scelte secondo un approccio multi criteri

Uno tra gli aspetti centrali del metodo RHOL è quello di accompagnarsi ad una analisi multicriteri (AMC), quale strumento di supporto alle decisioni, per favorire le scelte sulla scorta di una graduatoria di priorità La complessità delle dinamiche territoriali deve necessariamente essere scomposta in processi elementari, sui quali misurare elementi in ingresso ed in uscita, evidenziando i consumi di risorse (fisico-naturali, socio-economiche) ed i relativi impatti. L'AMC garantisce un approccio sistematico, teso a comprendere la multidimensionalità del territorio nell'ottica di convergere su decisioni coerenti secondo un'assegnazione di importanza. Sotto il profilo metodologico l'AMC si sviluppa su una matrice a due, o più dimensioni, che correla le varie alternative o scenari (inserendo in una dimensione le scelte di trasformazione/invarianti) ai criteri di valutazione delle alternative stesse (inserendo nelle altre dimensioni consumi/impatti ambientali, attrazione di finanziamenti, costi, ricadute sociali/qualità della vita), ponendo particolare attenzione al peso attribuito ai singoli criteri di valutazione, per evitare condizionamenti che alterino il giudizio complessivo.

Prendendo in considerazione l'esperienza del PTP della Provincia di Catania, la scelta della metodologia utilizzata a sostegno del PTP si basa sull'articolazione a priori delle preferenze e l'uso di variabili discrete di decisione, secondo il metodo Analytical Hierarchy Process (AHP) proposto e sviluppato da Thomas Lorie Saaty a supporto della pianificazione analitica (Erbicella M. 2009; Saaty T.L. 1977; Saaty T.L. 2003).

L'AHP si basa su tre processi fondamentali (Saaty T.L. Vargas L.G., 1991): l'articolazione gerarchica degli elementi in gioco nel problema decisionale; l'identificazione delle priorità; la verifica della coerenza logica delle priorità.

Operativamente il metodo si sviluppa per fasi: dalla definizione e contestualizzazione del problema, attraverso l'allineamento tra gli attori ed i loro obiettivi, all'identificazione dei criteri che influenzano il problema. Ogni scenario costruito nel PTP deve comprendere un'ampia gerarchia di elementi, funzionali al processo decisionale, strutturata, ad esempio, in quattro livelli (Erbicella M. 2009): 1° livello - obiettivo generale della sostenibilità; 2° livello - criteri (specificano i contenuti e significati della sostenibilità); 3° livello - sottocriteri; 4° livello - alternative.

I fattori su cui si costruiscono le decisioni sono il risultato di passaggi graduali, dai livelli più alti della gerarchia ai più bassi, focalizzando il giudizio, dal generale al particolare, ed effettuando dei controlli a coppie tra gli elementi (ad es. i criteri rispetto al loro impatto sull'obiettivo principale, i sottocriteri rispetto al criterio sovra-ordinato e le alternative rispetto ai sottocriteri). Il confronto tra i livelli permette l'identificazione dell'importanza e, quindi, la costruzione di una gerarchia in funzione di un'attribuzione di giudizio (importanza uguale, importanza moderata, importanza forte, importanza molto forte, importanza estrema). Questa fase rappresenta un momento di elevata criticità, poiché è necessario - attraverso il metodo dell'autovalore - stimare i pesi relativi di ciascun criterio. È opportuno che l'eco-governance, di concerto con il gruppo tecnico, proceda in maniera condivisa e verifichi la coerenza delle valutazioni ad ogni livello.

L'AHP, in applicazione del principio della coerenza logica, permette la costruzione di insiemi di decisioni omogenee con analoga intensità relazionale, costruendo un flusso decisionale secondo una concatenazione di

tipo causa-effetto. Il modello generale del PTP, specificatamente per il processo di identificazione delle priorità, proposto per Catania ed acquisito nella proposta per Caltanissetta, può essere schematizzato attraverso i seguenti punti (Consorzio Leonardo, 2011; Erbicella M. 2009; Saaty T.L. 2003):

- definizione dei criteri (coerenza con la programmazione/pianificazione, fattibilità tecnico-ambientale, compatibilità con i vincoli sovra-ordinati, copertura finanziaria, performance in termini di miglioramento territoriale);
- individuazione delle preferenze sulla scorta dell'attribuzione di giudizio da parte dell'eco-governance (applicazione del metodo AHP per definire l'importanza di ogni criterio tramite il confronto a coppie);
- definizione degli indicatori di misura e dei valori da attribuire agli stessi indicatori (di competenza esclusivamente del gruppo tecnico, a garanzia dell'oggettività del giudizio);
- calcolo del giudizio complessivo dell'intervento sulla base di un'opportuna matrice delle gerarchie delle preferenze, sufficientemente consistente.

Tale matrice, calcolabile come media delle matrici specializzate per ambito (ad es. ambientale, pianificazione territoriale, pianificazione dei trasporti), permette di costruire le preferenze tra i criteri, successivamente modificabili in termini di soddisfazione delle scelte da parte del sistema decisionale politico, amministrativo ed economico.

Senza affrontare gli aspetti analitici, ma rimanendo su quelli squisitamente teorico-metodologici, ad ogni criterio è necessario associare opportuni indicatori di misura, tra loro pesati, così da determinare l'incidenza percentuale che ognuno di essi esercita per il dato criterio. Nello specifico, per ogni criterio, si attribuisce ad ogni indicatore un peso in valore assoluto, successivamente si normalizza per criterio, sommando i valori di tutti gli indicatori e riportando il dato in percentuale. A questo punto per ogni scenario del PTP viene effettuata una valutazione tecnico-quantitativa di tutti gli indicatori. Ad es. nella metodologica proposta per il PTP di Caltanissetta, si presenta una matrice tipo, che permette di correlare ad ogni scenario gli impatti, clusterizzati per macro-area, quindi, in relazione ai livelli di impatto ed ai relativi valori, è possibile in maniera comparativa, identificare gli scenari migliori (vedi *fig. 2*) (Consorzio Leonardo, 2011).

		SCENARIO 1	SCENARIO 2	SCENARIO 3	SCENARIO 4	SCENARIO n
SISTEMA INFRASTRUT-TURALE	Impatto sulla logistica locale	+++	+	++	*	+++
	Razionalizzazione dei flussi	+	++	+	++	*
	Incremento dei flussi turistici	++	*	++	*	+
	...					
SISTEMA SOCIO-ECONOMICO	Impatto sull'occupazione	+	*	++	+++	*
	Impatto sul valore aggiunto	++	++	+++	+	+++
	Ricadute sulle produzioni tipiche locali	*	+++	++	++	*
	...					
AMBIENTE	Impatto sulla qualità delle acque	+	+++	*	*	++
	Impatto sul paesaggio	++	*	+++	+++	+
	…					

Legenda: alto=++++ =1; Medio=+++ = 0,8; Basso=++ = 0,6; Molto basso=+ =0,4; insufficiente=* = 0,2, nullo= - = 0.
Fonte: (Consorzio Leonardo, 2011)

Fig. 2 – Esempio di matrice di valutazione tecnico-quantitativa proposta per il PTP di Caltanissetta

Moltiplicando il peso dell'indicatore per la sua valutazione quantitativa si ottiene il suo valore "pesato". In tal modo, è possibile calcolare, per ciascun intervento, il giudizio attribuito ad ogni criterio. Infine si ottiene il giudizio complessivo di priorità nella proposta dell'intervento, effettuando la somma dei valori pesati relativi a tutti i criteri presenti all'interno della matrice delle gerarchie di preferenze.

Conclusioni

L'esperienza decennale di pianificazione ambientale territoriale su scala provinciale nella Regione Sicilia mostra come l'evoluzione degli strumenti di supporto alla decisione, unita ad un loro corretto utilizzo, possa fornire un valido contributo al soddisfacimento delle aspettative territoriali evidenziate, in un'ottica di analisi e gestione ottimale dell'"organismo territoriale". Nel periodo 2000-2010, sotto la spinta dei nuovi strumenti

comunitari a valenza strategico-ambientale (come la VAS), sono profondamente variati gli strumenti di governo al fine di costruire degli scenari di sviluppo territoriale in cui, sistema produttivo, sistema ambientale e sistema economico-sociale, siano considerati, oggi, tre asset integrati. Ciò trova applicazione nei PTP realizzati e in via di redazione, nella Regione Sicilia. La dimensione delle relazioni interne a tali asset e di quelle che si generano tra essi e altri asset, analoghi o differenti, di territori contigui o connessi si presenta come una rete multifattoriale ad alta intensità. I suddetti scambi favoriscono un ampliamento della dimensione territoriale, che supera i confini comunali e si proietta su ambiti regionali, nazionali ed internazionali. In quest'ottica si configura l'esigenza di dotarsi di meta-strumenti, ed il PTP, per il proprio metodo ed attraverso i suoi strumenti di supporto alla decisione, si pone come un piano-processo, centrale per la continuità e sistematicità alle politiche di sviluppo sostenibile su scala locale. Infine, l'integrazione ed il miglioramento metodologico proposto, sono tesi a superare gli ostacoli dovuti ad una soggettiva definizione di preferenze tra i criteri, evitando conflitti di interesse e scelte di tipo lobbistico.

Bibliografia

Carta M., "Pianificare nel dominio culturale. Strutture e strategie per l'armatura culturale in Sicilia", Dipartimento Città e Territorio, Università degli Studi di Palermo, Palermo, 2003a

Carta M., "Provincia di Palermo, Il Piano territoriale della Provincia di Palermo", Urbanistica Informazioni, 192, 6, 1-5, 2003b

Consorzio Leonardo, "Metodologica", Bando per l'affidamento Servizio di redazione del Piano Territoriale della Provincia Regionale di Caltanissetta (PTP), Caltanissetta, 2011.

Di Pace A., "Piano Territoriale Provinciale, Schema di Massima", Provincia Regionale di Siracusa, 2009

Erbicella M., "Piano Territoriale Provinciale", Provincia Regionale di Catania, Assessorato alle Politiche del Territorio, 2009

Gabrielli B., Fusero P., "Piano Territoriale Provinciale", Provincia Regionale di Ragusa, Assessorato Territorio ed Ambiente, 2003

Heikkila T., Isett K.R., "Developing a Model of Institutional Choice: The Advantages of a Cross-Disciplinary Approach. American Review of Public Administration, 34, 3-19, 2004

Ioppolo G., Salomone R., "Evoluzione degli strumenti di supporto alla decisione per la valutazione ambientale territoriale", in Percivale F., Varese E., Arese M.T. (Eds.), "Ambiente - Internazionalizzazione - Sistemi - Merci – Energia", CELID Ed., Torino, 1, 289-296, 2009

Ioppolo G., "Nuove forme di governance territoriale: il Piano strategico Nebrodi città aperta", in Cosmi V. (Eds.), "Premio Urbanistica 2010", supplemento a Urbanistica, 143, 24-27, 2010a

Ioppolo G., "I sistemi di gestione integrata a supporto dell'eco-governance", in Ioppolo G. (Eds.), "Integrazione di competenze a supporto dei sistemi di gestione costiera. Il caso Fish-Gate: Progetto Integrato di Gestione delle Risorse", FrancoAngeli, Milano, 149-167, 2010b

Joerin F., Thériault M., Musy A., "Using GIS and outranking multicriteria analysis for land-use suitability assessment", International Journal of Geographical Information Science, 15, 153–174, 2001

Leone N. G., Carta M., Cecchini G., Corriere F., Liga A., Sorce G., "Piano Territoriale Provinciale, Schema di Massima", Provincia Regionale di Agrigento, Assessorato al Territorio, Ambiente, Protezione Civile e Isole, 2005

Liga A., Caligiore A., Falzea G., Fleres V., Pellegrino D., Savoja F., "Piano Territoriale Provinciale", Provincia Regionale di Messina, Assessorato Territorio e Ambiente, 2006

Liga A., Accorso F., "Piano Territoriale Provinciale", Provincia Regionale di Enna Assessorato Territorio e Ambiente e Protezione Civile, 2009

Munda G., "Social multi-criteria evaluation for urban sustainability policies", Land Use Policy, 23, 86–94, 2006

Putaggio A., "Piano Territoriale Provinciale, Schema di Massima", Provincia Regionale di Trapani, 2011

Saaty T.L., "A scaling method for priorities in hierarchical structures", Journal of Mathematical Psychology, 15, 231–281, 1977

Saaty T.L., "Decision-making with the AHP: why is the principal eigenvector necessary", European Journal of Operational Research, 145, 85–91, 2003

Saaty T.L. Vargas L.G., "Prediction, Projection and Forecasting", Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1991

Sullivan L.P., "Quality Function Deployment", Quality Progress, 3, 39-50, 1986

Summary

PROVINCIAL TERRITORIAL PLAN AS A TOOL FOR SUSTAINABLE ENVIRONMENTAL POLICY AND DEVELOPMENT IN SICILY

The PTP (Provincial Territorial Plan) is designated in Law 142/90 "Local autonomy structure", incorporated into "Local Authority Consolidation Act", DL n.267, 18 August 2000, to define the prospects for sustainable territorial development at the provincial level. At the national level, the responsibility for the management and implementation of this instrument is assigned to the provinces, while the regions are responsible only for validating processes and results. Recent experiences in the Regiony Sicily, in the Province of Agrigento, Catania, Enna, Messina, Palermo, Ragusa, Siracusa and Trapani, represent a significant step forward regarding the role, the method and the content of the PTP, also considered as a plan-process tool. In this paper, based on a methodology proposed for the PTP in the Province of Caltanissetta, we summarize the main innovations of the process, focusing on one of the most complex aspects: the method to define the selection and assignment of priority.

PROGRAMMAZIONE AMBIENTALE TERRITORIALE IN SISTEMI AD ELEVATA FRAGILITA': LA COSTA DI ARBUS (SARDEGNA)

GIUSEPPE IOPPOLO, ATTILIO MILAZZO
Dip. di studi di Scienze Economico, Aziendali e Finanziarie – Università degli Studi di Palermo - Viale delle Scienze, 90128, Palermo
e-mail: Giuseppe.ioppolo@unime.it

Riassunto
La Provincia del Medio Campidano, in Sardegna, avendo una presenza concentrata, su tutta la propria costa, di Siti di Interesse Comunitario (5), che preservano e tutelano un sistema dunale integro ad elevata fragilità, si sta dotando di uno strumento strategico: il Programma di Sviluppo Sostenibile ed Eco-turistico (PSSE). Il 09/05/2011 si è conclusa la fase 2, con l'adozione, attraverso un Master Plan, delle iniziative di sviluppo sostenibile di breve e medio-lungo periodo. Nel presente lavoro si riporta una sintesi dei risultati del Master Plan, evidenziando il percorso strategico-decisionale.

Introduzione
Il Rapporto 4/2009 dell'Agenzia Europea dell'Ambiente "Progress towards the European 2010 biodiversity target" evidenzia come negli ultimi due secoli la biodiversità sia dimezzata e come oggi in Europa rimangano soltanto il 45% delle specie, le altre sono perse irrimediabilmente e la tendenza dovuta all'intervento umano conduce ad una rapida ulteriore riduzione (EEA, 2010). La Provincia del Medio Campidano è delegata a svolgere le funzioni di protezione dell'ambiente naturale costiero del proprio territorio, ai sensi dell'art. 44 della Legge Regionale della Regione Sardegna n. 9 del 12 giugno 2006. In tal senso, la Provincia, avendo un sistema costiero unico, che si sviluppa per 47 km, su cui insistono 5 Zone Speciali di Conservazione (ZSC), il cui *mosaico* è stato vincolato in Siti di Interesse Comunitario (SIC) e in Zone a Protezione Speciale (ZPS) ai sensi della Dir. Habitat (92/43/CEE), attraverso la formulazione della propria vision strategica, ha deciso di dotarsi di uno strumento operativo ad hoc: il Programma di Sviluppo Sostenibile ed Eco-turistico (PSSE) (Ioppolo, Bandinu, 2010).
Tale strumento di programmazione economico-ambientale a valenza territoriale, sviluppato in tre fasi, si compone del:

- Rapporto sullo Stato dell'Area della fascia Costiera di Arbus (RSAC), che rappresenta il risultato della fase di diagnosi sul sistema territoriale (Fase 1);
- Master Plan (MP), che è un documento concertato, sulle scelte strategiche, in funzione di un'analisi di benchmarking (competitività verso l'esterno) e di un'analisi delle potenzialità del sistema locale (valutazione del sistema interno in relazione alla capacità di carico e delle prospettive future) (Fase 2);
- Report conclusivo contenente gli studi di pre-fattibilità delle iniziative prioritarie (Fase 3).

Alla data del 09/05/2011, a seguito di una serie di incontri interlocutori, in conferenza "intermedia" c/o il Comune di Arbus, in cui ricade integralmente il sistema costiero provinciale del Medio Campidano, si è conclusa la Fase 2 con la validazione del MP, in cui si sono identificate le iniziative prioritarie e si è predisposta una Dichiarazione di Sviluppo Ambientale Territoriale, che individua le strategie di breve e medio-lungo periodo. In questo lavoro si presenta una sintesi, estratta dal MP, dei risultati della Fase 2 del PSSE, il cui coordinatore del Gruppo di Lavoro, è l'autore G. Ioppolo.

Il Master Plan e le strategie di sviluppo sostenibile ed eco-turistico
Il quadro d'intervento è stato delineato considerando tanto le variabili interne al territorio, quanto le variabili esterne, capaci di influenzare il posizionamento del sistema del Medio Campidano rispetto ad altri sistemi e "destinazioni", analoghi per caratteristiche e aspirazioni di mercato.
Rispetto alla "struttura" interna del territorio, l'analisi ha fatto riferimento in particolare al:

- contesto territoriale ed ambientale,
- contesto sociale,

- contesto economico,
- livello di programmazione e concertazione sul territorio.

Il risultato dell'analisi ambientale territoriale, condotta con particolare attenzione ai comparti ambientali a maggior rischio di vulnerabilità, visto il contesto di elevatissimo pregio naturalistico, è stato poi sintetizzato nell'analisi SWOT. Il posizionamento della fascia costiera è stato ricostruito in base ad un'analisi di benchmarking, che permette la comparazione con casi di eccellenza o best practices di territori nazionali ed internazionali, che hanno avuto un forte sviluppo turistico-ambientale. Questa analisi fornisce indicazioni utili per lo sviluppo, in chiave eco-turistica del territorio dell'arburese, e amplia gli scenari di sviluppo a tutto il territorio provinciale. I casi esaminati, ritenuti significativi sulla base di variabili rilevanti rispetto allo sviluppo dell'ecoturismo, sono stati la Provincia Rimini, i Comuni costieri della Provincia di Teramo, il Parco delle Cinque Terre, lo Ionian Eco Villagers nell'isola di Zante, in Grecia, il South West Tourism in Inghilterra e la Zakoura Foundation in Marocco. La scelta ha riguardato volutamente casi di successo di amministrazioni pubbliche, singole o associate, casi di partnership pubblico-private e casi prettamente privati (Ioppolo, Bandinu, 2010).

Le variabili considerate nell'analisi di benchmark, aggregate per "macro-aree", sono (Ioppolo et al., 2011):

Rispetto al contesto:

- l'accessibilità;
- il pregio ambientale del territorio;

Rispetto allo stato attuale di sviluppo turistico:

- il livello delle infrastrutture ricettive e di servizio;
- le politiche promozionali;

Rispetto alla diffusione dello sviluppo sostenibile:

- le politiche ambientali;
- le risorse naturali;
- gli investimenti e l'innovazione;
- l'impatto economico e sociale sul territorio;
- l'attivazione di reti/network;
- il coinvolgimento dei privati.

Il risultato che il RSAC ha fornito non è soltanto limitato alle indicazioni utili ad ulteriori valutazioni di tipo strategico, ma anche, ha permesso di delineare il quadro di intervento su cui sono state costruite le scelte strategiche adottate nel MP (Ioppolo et al., 2010; Ioppolo et al., 2011).

La matrice territoriale, su cui si innescano le iniziative di sviluppo, è caratterizzata dall'elevato pregio ambientale e naturale dell'area, il cui valore distintivo assoluto è riassumibile:

- in termini di possibile impatto dell'intervento progettuale,
- in termini di offerta territoriale, visto che, nello specifico, il territorio comunale di Arbus vanta una porzione consistente di tutto il patrimonio naturalistico dell'intera provincia del Medio Campidano.

Al suo interno ricadono infatti cinque degli otto Siti di Importanza Comunitaria della Provincia, caratterizzati da endemismi e biodiversità uniche, che conferiscono eccezionalità rispetto allo scenario attuale offerto dalle coste italiane, in termini di quantità concentrata ed in termini di qualità del territorio (Ioppolo, Bandinu, 2010). Inoltre, la presenza del Parco Geominerario Storico e Ambientale della Sardegna, esempio emblematico della nuova rete mondiale di Geositi/Geoparchi, istituita nel corso della Conferenza Generale dell`UNESCO, costituisce un'ulteriore potenzialità e ricchezza del territorio, e ne aumenta il fascino e l'unicità.

Attraverso una fase di concertazione allargata a tutti gli attori e portatori di interesse locali e sovra-provinciali (durata oltre un anno), sono emersi alcuni fattori critici di successo su cui investire e costruire un futuro sviluppo condiviso:

- *La bassa antropizzazione*: l'asprezza del territorio, che in passato ha condizionato e limitato gli insediamenti abitativi sul territorio, ha consentito la salvaguardia dell'integrità del paesaggio arburense e della sua biodiversità, lasciando a questa generazione un grande patrimonio. La limitata pressione antropica (ad oggi un tratto distintivo raro e di grande pregio per una destinazione turistica del Mediterraneo) consente di programmare attività economiche di valorizzazione poco impattanti sull'equilibrio naturalistico della fascia costiera.
- *La connotazione territoriale*: le particolari caratteristiche morfologiche e geografiche possedute dall'area, che si estende in maniera lineare per circa 47 Km di costa, caratterizzati dal suggestivo paesaggio dunale, anch'esso dichiarato patrimonio mondiale dell'umanità dall'UNESCO, costituiscono

un indubbio punto di forza per il valore distintivo dell'area in termini di attrattività, unicità e qualità dell'ambiente naturale.

- *Le superfici agricole estese ed i prodotti agricoli di qualità*: questo aspetto evidenzia una potenzialità territoriale che rafforza la sostenibilità economica legata alla qualità e alla caratterizzazione del Medio Campidano. Questa caratteristica del territorio provinciale potrebbe infatti innescare un processo virtuoso di valenza strategica per la costruzione di una filiera tra turismo e agricoltura, in grado di amplificare la crescita in entrambi i settori produttivi adottando nuovi strumenti quali ad es. il POEMS (Salomone, Saija, 2010). La stessa Provincia si è impegnata fin dalla sua costituzione in un progetto ("Vivere la Campagna") che promuove l'agricoltura sostenibile, consente l'uso razionale e ragionato delle risorse naturali, degli spazi rurali e la restituzione degli stessi ai contadini. La valorizzazione di queste scelte di gestione del territorio attraverso forme di turismo "rurale", consentirebbe di trarre ulteriori benefici sociali e ambientali e ricadute economiche sul territorio.
- *La forte identità culturale e caratterizzazione del territorio*: questo punto di forza punta al mantenimento dei modelli socio-culturali, alle tradizioni e ai centri rurali, alle tradizioni civiche, alle feste locali come momenti di identificazione collettiva, per accrescere le opportunità di offerte turistiche nell'ottica di una nuova realtà produttiva dinamica ed integrata. Tutti questi elementi, infatti, devono essere integrati e valorizzati con adeguate azioni di marketing territoriale, puntando all'identificazione di un Marchio d'Area, che abbia il doppio vantaggio di tutelare l'identità culturale del territorio e allo stesso tempo di generare ricadute economiche necessarie a salvaguardare proprio la stessa identità dei luoghi, altrimenti soggetti a rischio di spopolamento, depauperamento e stravolgimento culturale.
- *Le Politiche di sviluppo sostenibile della Provincia*: la Provincia del Medio Campidano, ha compreso l'insieme delle principali cause di minaccia per gli habitat interessati e la necessità di una pianificazione dell'uso del suolo, nell'ottica di una sostenibilità duratura che produca una crescita territoriale senza depauperare le risorse, controllando le minacce, come i fenomeni di antropizzazione del sistema territoriale e delle aree particolarmente fragili. Per tale motivo ha avviato una serie di strumenti coerenti con questa impostazione strategica (LIFE, progetti sulle energie rinnovabili e sulla gestione integrata delle coste, ecc). L'attività progettuale e programmatica della Provincia costituisce un importante punto di forza imprescindibile per poter cogliere le opportunità di sviluppo sostenibile della fascia costiera di Arbus.

Un tale patrimonio naturale ed archeologico rappresenta un fattore di attrazione strategico per un importante segmento del mercato turistico, l'eco-turismo, caratterizzato da un'alta spesa pro capite. Attrarre sul territorio questo importante segmento turistico, consentirebbe di generare anche un ritorno in termini di benefici economici e sociali su tutto il territorio della Provincia (incremento dei servizi e dell'occupazione).

Il mercato dell'eco-turismo come volano di sviluppo economico per il sistema costiero del Medio Campidano

Alla luce del declino dei tour operator "tradizionali", risulta fondamentale cogliere in quale direzione andrà ad evolversi un nuovo mercato, a cui risulta difficile dare una definizione univoca. Se si focalizza l'attenzione sul settore di mercato "turismo ecologico" in Italia, considerati i dati forniti dalla Coldiretti nel 2010, il settore registra un aumento di presenze e di fatturato pari all'8% degli italiani sceglie la "vacanza verde" (dati Swg-Confesercenti).

Dopo il mare e la montagna, infatti, le preferenze ricadrebbero su una tipologia di vacanze che sia caratterizzata da motivazioni tra cui:

- il contatto con la natura (38%); il relax e tranquillità (13,7%); le tradizioni culturali, folcloristiche ed enogastronomiche (12,6%); la possibilità di praticare sport (10,3%); l'attività all'aria aperta come trekking, mountain bike, birdwatching, sci, equitazione, climbing (9,9%).

I dati sono confermati dal VII Rapporto nazionale su turismo-natura presentato in occasione di Ecotur 2009.

Il Rapporto, elaborato dal Centro Studi permanente dell'Osservatorio Ecotur, in collaborazione con l'Università dell'Aquila, Istat, Regione Abruzzo, Enit e Centro Studi "In Fiera", sottolinea alcuni dati incoraggianti per il turismo legato alla natura:

- un aumento del 29% per i pernottamenti dell'Ecoturismo dal 2005 al 2009;
- un + 2% per i pernottamenti in Agriturismo dal 2007 al 2008;
- un + 40% come incidenza dell'Agriturismo sull'Ecoturismo dal 2005 al 2008.

Tali dati contrastano con il tradizionale pernottamento alberghiero che ha subito una perdita del 19,9% dal 2005 al 2008. Va considerato che la durata media dei soggiorni nel 62,9% dei casi non supera il week-end.

Il rapporto Ecotour delinea un profilo dell'eco-turista che prevede una significativa presenza di popolazione tra i 16 e i 30 anni, un buon livello di istruzione e la preferenza per l'organizzazione in maniera indipendente

delle proprie vacanze (62%). I prezzi della vacanza ecoturistica assumono un'importanza secondaria nelle motivazioni della scelta di questa tipologia di vacanza, ed il fattore fondamentale è la qualità e l'autenticità dei prodotti offerti. La disponibilità di spesa di tali turisti per ciascuna vacanza corrisponde ai prezzi dei viaggi ecoturistici offerti sul mercato. Perno dell'ecoturismo sono i percorsi eno-gastronomici: le tipicità del territorio vengono scoperte attraverso i sapori locali, che fanno da guida al turista sul territorio (le strade del vino, i percorsi del gusto, etc.). Il Rapporto rileva inoltre come "un'azienda agricola situata nei pressi di un'Area Protetta o di un Parco naturale, rende di fatto l'offerta turistica di significante ed apprezzato rilievo, tanto nazionale quanto internazionale". La tendenza, evidente, è la ricerca di un'offerta sfaccettata, all'insegna di sport (per il 46,4% dei turisti), enogastronomia (15,2%) e tradizioni locali (12,7%). L'eco turista desidera poter "fare" anche in vacanza: escursionismo e trekking, cicloturismo (mountain bike e bici su strada), osservazione della fauna locale, equitazione, etc. Rispetto alla provenienza dei turisti del segmento target, in controtendenza con il calo generalizzato degli stranieri in Italia, registrato in quasi tutti i comparti del turismo italiano, l'ecoturismo presenta un tasso di internazionalizzazione della domanda stabile (37,4%), con un lieve decremento di visitatori europei compensato da un aumento di quelli provenienti dal resto del mondo. Infine i dati presentati alla Borsa Internazionale del Turismo Natura, indicano che il 2009 si chiude con 10,7 miliardi di euro di fatturato per gli operatori, +0,2% rispetto al 2008 (VIII Rapporto).
In definitiva, lo sviluppo ecoturistico di un territorio, è in grado di attivare fonti diverse di reddito sul territorio, capaci di "attutire" gli eventuali cali di presenze legati a crisi internazionali. Infatti i cosiddetti redditi diversi (la diversificazione del portafoglio di attività aziendali agricole) rappresentano un ammortizzatore contro gli shock economico-finanziari che hanno colpito anche il comparto del turismo in questi anni (confermato dal IX Rapporto in fase disponibile solo in anteprima).
Incrociando tali analisi sui macro trend eco-turistici con i risultati raccolti nel RSAC, sono stati costruiti gli scenari di sviluppo sostenibile del sistema del Medio Campidano.

I principali risultati della Fase 2: un Master Plan per la tutela ambientale e lo sviluppo eco-turistico
I vincoli e le potenzialità del territorio (che corrispondono rispettivamente ai punti di debolezza, alle minacce e alle opportunità dell'analisi SWOT) sono stati illustrati dalla SWOT relazionale (o "dinamica"), che incrocia in una tabella a doppia entrata tutti gli elementi presi in considerazione, realizzando un confronto per coppie e graduando da -2 a +2 l'influenza reciproca degli uni sugli altri (RSAC). I vincoli presenti sul territorio sono stati analizzati sotto il duplice profilo dell'impatto, ossia gli effetti a lungo termine dell'azione sul territorio, e della rilevanza, ossia la pertinenza dell'azione rispetto al quadro strategico che si intende delineare.
Alla luce dei risultati, gli aspetti più rilevanti rispetto all'impatto di ogni elemento sul quadro territoriale strategico, sono:
In positivo
- la connotazione territoriale,
- l'elevato pregio ambientale,
- la potenzialità di una filiera di qualità tra turismo e agricoltura.

In termini critici pesano invece:
- il rischio di sfruttamento non controllato,
- il rischio di inquinamento e la conseguente perdita di biodiversità,
- il progressivo spopolamento,
- il conflitto tra pressioni del turismo di massa ed esigenze del turismo naturalistico.

Queste quattro variabili, insieme al rischio di depauperamento della risorsa naturale, costituiscono le minacce, ossia le variabili esterne al territorio, rispetto alla programmazione strategica in chiave ecoturistica della fascia di Arbus. Le quattro minacce sono in realtà strettamente connesse tra di loro; infatti, puntare sullo sviluppo di un turismo di massa, con il conseguente carico di presenze e abbassamento nella qualità dei servizi offerti a vantaggio della quantità, comporta a cascata lo sfruttamento non controllato del territorio (si pensi ad esempio ad uno sviluppo urbanistico incontrollato, legato al fenomeno delle seconde abitazioni da affittare nei periodi estivi) ed il depauperamento delle risorse naturali presenti sulla fascia costiera.
Il sistema naturalistico di Arbus, in particolare il sistema dunale, è infatti fragile e vulnerabile, e se sfruttato impropriamente, non ha la capacità di ricostituirsi.
La tutela di tale sistema necessita di una serie di accorgimenti, che, peraltro, possono facilmente trasformarsi in attrazioni turistiche, come ad esempio passerelle in legno e percorsi illustrati per i turisti.
Invece una pressione antropica non "gestita" può causare la perdita o la diminuzione degli ecosistemi in queste aree, con una diminuzione della biodiversità o la scomparsa di specie target, che costituiscono proprio elementi di forte attrazione per un turismo "naturale o "ecosostenibile".

Le minacce "esterne" al territorio assumono maggiore rilevanza se lette in associazione ai punti di debolezza del territorio: il calo demografico, legato alla minaccia di spopolamento, il sistema produttivo debole e la scarsa imprenditorialità influiscono a loro volta sullo scarso raccordo tra turismo e agricoltura, sull'abbandono del territorio e sulla perdita delle identità e dei saperi locali. Il quadro dei vincoli presenti allo stato attuale sul territorio arburense impone quindi una riflessione strategica complessiva, che intervenga su tutte le variabili in gioco; infatti l'intervento su singoli elementi può rivelarsi inefficace e addirittura controproducente e dannoso.
Anche la minor accessibilità della costa arburense rispetto ad altre destinazioni di tipo turistico classificate come "*sun and sea*", indica chiaramente la contraddizione di una scelta "commerciale di massa" per tale destinazione, che nel medio periodo si rivelerebbe strategicamente sbagliata e non sostenibile, in quanto comporterebbe il "consumo" delle risorse locali senza un effettivo e stabile sviluppo del territorio. Nel lungo periodo l'effetto prodotto sarebbe la perdita di quegli elementi naturalistici e paesaggistici che costituiscono importanti fattori di attrazione dei turisti.
Sulla base delle informazioni acquisite sull'area di intervento e delle riflessioni preliminari, emerge come a fronte di un elevato grado di tutela già attivo, e di un risultato positivo degli indicatori sviluppati, l'attività di conservazione può divenire un'occasione di sviluppo del territorio, trasformando la visione della protezione da vincolo ad opportunità, anche attraverso l'eventuale istituzione di un'Area Marina Protetta.
Tuttavia, ad oggi, il vincolo già attivo, connesso ai Piani di Gestione (strumento operativo della Dir. Habitat), è percepito più come un blocco alla fruizione e sviluppo delle aree costiere e del territorio, e diviene dunque essenziale avviare un insieme di azioni di sensibilizzazione e formazione del pubblico per diffondere una corretta gestione ed uso del territorio.
Al riguardo, azioni di comunicazione e di marketing territoriale possono veicolare e promuovere il sito sia all'esterno, sia in ambito locale, allo scopo di rendere consapevole la popolazione residente ed i visitatori sugli impatti positivi derivanti dallo svolgimento di attività ecocompatibili in ambito costiero e dallo sviluppo dell'ecoturismo. Nell'analisi ambientale territoriale (RSAC) sono stati ipotizzati alcuni possibili scenari. Tra questi, nella Fase 2, attraverso una concertazione pubblica, coadiuvata da un forum on line, si è identificato lo scenario più coerente sia con le caratteristiche del territorio (sintetizzate nel § precedente) sia con l'impegno, dichiarato dell'Amministrazione provinciale, per uno sviluppo sostenibile, che salvaguardi la qualità ambientale e nello stesso tempo consegua un impatto economico ed occupazionale sull'intera area del Medio Campidano. Tale scenario è stato definito come *"la gestione ottimale delle risorse territoriali per uno sviluppo sostenibile del sistema costiero"*.
Perseguire questo scenario comporta i seguenti ***vantaggi***:

- la capacità di attrazione del segmento ecoturistico, ambìto da molti territori ed in costante crescita; tale segmento:
  - apprezza e cerca la qualità ambientale del territorio,
  - cerca e valorizza la autenticità di un contesto culturale ricco e tipico,
  - ha una capacità di spesa più elevata del turismo di massa e cerca maggiormente gusto e qualità,
  - ha una propensione alla qualità ed alla ricerca di percorsi enogastronomici tipici ed articolati,
  - traina la crescita di un'offerta di ospitalità, artigianale e agroalimentare di qualità sul territorio provinciale;
- la coerenza di tale scelta strategica con gli aspetti di pregio e le caratteristiche delle risorse naturalistiche arburensi, permette un miglior posizionamento sugli altri competitors degli stessi segmenti turistici;
- garantisce rilevanti potenzialità di crescita, già a breve termine, sul territorio di Arbus e nel Medio Campidano, ed opportunità imprenditoriali diffuse con conseguente occupazione di qualità, che favorisce la crescita di reddito, stabile e diffuso;
- permette lo sviluppo della filiera turistico-agroalimentare, coniugando in tal modo i due grandi punti di forza del territorio provinciale (qualità naturalistica della costa e specializzazione produttiva nell'agricoltura di qualità), integrati con la valorizzazione del patrimonio culturale;
- tutela delle specie endemiche e del mosaico paesaggistico (naturale - flora, fauna; antropico - uso del suolo agricolo, villaggi, beni storico-archeologico puntuali e diffusi, etc.);
- la promozione di un'immagine qualificata e di grande pregio del Medio Campidano a livello tanto nazionale quanto internazionale..

Tale scelta ha peraltro indubbiamente anche dei ***costi*** e possono generare difficoltà/problemi nel corso della sua realizzazione:

- il primo rischio è quello di una politica per un turismo di qualità che rimanga solo dichiarata e non si traduca in interventi concreti ed efficaci; tale mancanza di interventi rischia di paralizzare la gestione del territorio senza generare sviluppo, svalutando dunque la politica di un turismo sostenibile agli occhi della

popolazione; i tempi sono stretti ed occorre intervenire rapidamente con azioni coerenti e tra loro sinergiche;

- la scelta dello sviluppo sostenibile genera inoltre probabili conflitti con proprietari/proponenti locali di progetti non coerenti con lo scenario di qualità, che promettono però occupazione e sviluppo del reddito; le pressioni e l'azione ostile di tali proponenti possono ostacolare una politica rivolta al turismo di qualità; l'Amministrazioni provinciale e comunale possono rispondere esclusivamente con azioni celeri e coerenti con la politica di sviluppo sostenibile, cercando, ove possibile, di negoziare una trasformazione degli interventi proposti, nella logica della sostenibilità;
- altre difficoltà deriveranno dalla necessità di selezione degli investimenti e di concentrazione delle risorse su interventi coerenti con la vision di un turismo di qualità; infatti, occorrerà valutare bene non solo l'impatto ambientale degli interventi, ma anche il loro effettivo contributo alla realizzazione dello scenario prescelto. Questo richiede grande forza politico-decisionale e capacità di negoziazione.

Le ***condizioni*** per il conseguimento dello scenario di qualità possono essere articolate in condizioni di contesto e condizioni di processo.

Le condizioni di contesto sono:

- un ampio consenso politico e della popolazione nella scelta di una politica di sviluppo sostenibile attraverso la crescita del turismo ambientale connesso alle risorse del Medio Campidano; questo consenso richiede:
  - un'azione di dialogo, coinvolgimento e comunicazione continua con la popolazione sia di Arbus, sia degli altri Comuni della Provincia, realizzabile con un lavoro di animazione che si traduca in ascolto ma anche promozione convinta del progetto, con tutte le flessibilità del caso;
  - una capacità di negoziazione e di coinvolgimento degli operatori economici e dei proponenti degli interventi perché divengano coerenti con la vision complessiva di sviluppo sostenibile del territorio;
  - una guida forte e consapevole da parte del mondo politico ed amministrativo, che in tal modo sviluppa una declinazione alta della propria funzione di promozione e traino, creando le condizioni di contesto per investimenti coerenti;
- un forte coinvolgimento ed impegno degli operatori economici del campidanese, che sono chiamati ad investire, creando occupazione e reddito, nel quadro delle linee di sviluppo sostenibile definite dall'Amministrazione, attraverso il dialogo sociale;
- il coinvolgimento della Regione Sardegna e delle istituzioni nazionali e comunitarie perché diano, secondo le loro rispettive competenze, il contributo necessario per creare un quadro favorevole agli investimenti coerenti con la preservazione della qualità ambientale del territorio;
- la crescita d'immagine e la qualificazione delle aree protette della costa del Medio Campidano, rafforzandone gli strumenti di gestione e di controllo del territorio in una logica che sia insieme di conservazione e di valorizzazione al fine dello sviluppo eco-turistico;
- la realizzazione di politiche di promozione ed investimento su strutture recettive e di ristorazione, diffuse e di qualità, che generino una crescita imprenditoriale ed occupazionale, a partire dalla presentazione come benchmarking dei casi di eccellenza già presenti sul territorio;
- lo sviluppo di politiche di mobilità pubblica verso la costa, accompagnate da limitazioni alla mobilità privata, volte a ridurre la pressione ambientale sulle aree protette;
- la realizzazione di politiche pubbliche di premialità delle azioni coerenti con lo scenario di sviluppo sostenibile di un turismo ambientale di qualità.

Le condizioni di processo sono:

- la costruzione di prodotti turistici di nicchia ben identificati, caratterizzati da un'offerta di qualità sul territorio, e da una stretta connessione con la filiera agro-alimentare del campidanese, ma anche con l'offerta culturale della Provincia;
- un'azione di marketing molto mirato sugli specifici segmenti dell'ecoturismo e del turismo ambientale, in coerenza con i prodotti turistici sviluppati;
- gli investimenti per la connessione con la filiera agro-alimentare e per la salvaguardia e la valorizzazione del patrimonio culturale, a partire dal Parco Geominerario e dal patrimonio diffuso della provincia;
- una sistematica e continua attività di formazione degli operatori turistici locali e dei loro collaboratori per fornire ai turisti un servizio unico e coerente con le risorse del territorio;
- l'utilizzo ottimale di fonti finanziarie mirate sia per gli investimenti pubblici di contesto, sia per gli investimenti privati nelle attività d'impresa nei servizi di accoglienza ed in quelli per rendere di qualità la permanenza dei turisti;

- l'avvio degli interventi in tempi molto rapidi, sia perché la velocità nel tempo di risposta è condizione del successo della strategia di qualità, sia per avere ricadute positive occupazionali e di reddito che convaliderebbero la strategia, generando, in un circuito virtuoso, maggiore consenso tra tutta la popolazione, verso la strategia prescelta.

Lo scenario-idea progetto si fonda su alcuni ***capisaldi*** che la connotano:

- il consolidamento del sistema delle aree protette dell'Area di Arbus con la costituenda riserva marina e con le altre aree protette della Provincia, per un migliore contributo alla salvaguardia e qualificazione del territorio costiero e del suo patrimonio naturalistico;
- l'integrazione dell'Area costiera di Arbus con il resto del territorio campidanese nel suo complesso, perché l'intero territorio possa crescere trasformandosi da area in crisi e in declino demografico in un forte traino per l'intero territorio provinciale;
- l'investimento volto a rafforzare e qualificare le peculiarità del sistema produttivo, dei servizi e culturale campidanese, attraverso nuovi servizi di integrazione con la fascia costiera (club di prodotto in cui operatori dei diversi settori si confrontino, itinerari eno-gastronomici, itinerari culturali, ecc.);
- la pluralità dei servizi e delle funzioni (tipica delle aree in crescita ed in fase di evoluzione verso una società dei servizi e della conoscenza), che consente una reciproca fertilizzazione tra le diverse attività di ospitalità, di servizio al turismo, di servizio alla popolazione. Tale scambio profondo e tale interazione possono innescare un circuito virtuoso grazie alle economie di prossimità ed al ricco scambio informale intersettoriale che è motore dell'innovazione grazie alla *cross fertilisation*; più sono complesse la gamma di funzioni e le relazioni e maggiore è la capacità di innovazione di sistema e la crescita di una società in grado di generare reddito e di stabilizzare la popolazione;
- il rispetto delle vocazioni delle diverse parti del territorio dell'Area del Medio Campidano:
  - turistico-recettiva degli insediamenti già presenti sulla costa o a tale vocazione riconvertibili,
  - turistico-recettiva del centro storico di Arbus, ma anche degli altri insediamenti e comuni contermini e negli spazi rurali, che già vantano prime strutture di qualità e di eccellenza in grado di mostrare la strada agli altri operatori economici,
  - produttiva agroalimentare della piana campidanese,
  - artigianale e dei servizi per i centri storici del Medio Campidano,
  - di educazione ambientale delle potenziali strutture delle aree protette, ma anche di associazioni ambientali e strutture operanti nei diversi Comuni del Medio Campidano;
- la valorizzazione ottimale degli spazi, comunque limitati, ma disponibili, attraverso un processo di rigenerazione delle aree edificate (oggi sotto utilizzate) da destinare a nuove funzioni di pregio, trasformandole in fattori e punti di forza del rilancio del territorio;
- l'attenzione a promuovere l'economia dei servizi avanzati al turismo, molto importanti anche per la popolazione, fondati sulla conoscenza e sull'innovazione, in grado di rendere più competitivo il territorio campidanese.

Tali capisaldi si traducono in una roadmap per lo Sviluppo Sostenibile ed Ecoturistico.

Conclusioni: EMAS APO per un nuovo Distretto Turistico-Ambientale del Medio Campidanese

In EMAS, nel caso di autorità pubbliche, le questioni legate alla biodiversità possono essere affrontate attraverso la definizione di appropriate politiche e strategie, attraverso scambi di esperienze e conoscenze, la stipula di partenariati, la corretta gestione dell'uso del suolo, il monitoraggio della biodiversità e utilizzando meno risorse in modo ottimale, ovvero acquistando di meno, e promuovendo le certificazioni di sostenibilità. Senz'altro, le autorità locali hanno un grande potenziale di influenza sulla biodiversità, sia in positivo che in negativo. Numerosi sono gli indicatori di biodiversità disponibili per gli enti pubblici e non è possibile dire a priori quali siano quelli più efficaci da utilizzare in EMAS: dipende dal tipo di attività che si vuole valutare e dalla tipologia di recettore ecologico coinvolto (UNEP, 2006).

Il Regolamento CE 1221/2009 propone, con l'art. 37, l'approccio per distretti (traduzione italiana del termine cluster, anche se più restrittiva), raccogliendo così anche le istanze dell'Italia, espresse per il tramite del Comitato EMAS e di ISPRA, alla Commissione Europea. Proprio in Italia, infatti, in questi ultimi anni si sono sviluppati, sulla base della posizione sugli Ambiti Produttivi Omogenei (APO) emanata dal Comitato EMAS nel 2006, i primi esempi di "approccio per distretti", che ben si addice alla struttura del nostro sistema produttivo. Il tema della promozione della certificazione ambientale nei distretti, vista come supporto alla gestione sostenibile delle aree produttive, è stato, peraltro, sempre al centro dell'attenzione del Comitato EMAS Italia. L'esperienza positiva riscontrata con gli APO ha dimostrato come la convergenza di strategie tra pubblico e privato sia efficace sia in termini di sensibilizzazione nell'attuazione di schemi di

certificazione volontaria, sia ai fini della riduzione degli impatti ambientali (esperienze in tal senso sono state formalizzate ad esempio nel Rapporto ambientale di area del polo chimico- industriale di Ravenna).
Tale strategia si rivela vincente soprattutto quando si è in presenza di un soggetto forte, in grado di coinvolgere i portatori di interesse su un progetto di miglioramento ambientale credibile e di attivare una politica di comunicazione trasparente ed efficace.
La Provincia del Medio Campidano, primo Ente Locale Provinciale (ma anche Comunale) in Sardegna, ha avviato l'iter di accreditamento EMAS per la gestione ambientale del sistema costiero. Tale risultato è il prodotto di un processo decisionale complesso, e pone le basi per la costruzione del Distretto Eco-Turistico del Medio Campidano (a cui aderiranno GALLinas, Parco Archeologico Geominerario, Consorzio CIAO, la filiera della "Pecora nera di Arbus", la onlus "Associazione Zampa Verde", il Sistema Turistico Locale, etc.).
In linea con le indicazioni del Comitato EMAS, sarà sottoscritto l'accordo pubblico-privato, non solo come strumento per la definizione e l'attuazione di un programma ambientale, ma come un modello di buona pratica gestionale con obiettivi di performance ambientale da realizzare mettendo a disposizione mezzi e risorse adeguate. Per la gestione dell'accordo verrà formalizzata la costituzione di un'entità, denominata Soggetto Gestore, che di fatto rappresenterà il distretto nei confronti dell'esterno, e che avrà il compito di:
- migliorare la percezione ed il rapporto della comunità locale nei confronti del distretto attraverso processi di comunicazione e messa a disposizione di dati sull'andamento degli indicatori ambientali;
- mettere a disposizione mezzi e risorse adeguate al raggiungimento degli obiettivi della politica del distretto;
- fornire supporto metodologico alle singole organizzazioni nella implementazione dello schema EMAS;
- individuare forme di semplificazione e incentivazione.

Il riconoscimento della validità dell'operato del Soggetto Gestore avviene attraverso il rilascio di un attestato da parte del Comitato, previa verifica da parte di un Verificatore Ambientale accreditato del soddisfacimento dei requisiti contenuti nello schema.
Il traguardo dell'accreditamento EMAS APO, può rappresentare il marchio riconoscibile e credibile sotto cui costruire tutte le iniziative di filiera eco-turistico, agro-alimentare, agricolo-pastorale. Tale obiettivo è stato considerato prioritario e la Provincia, sta già formalizzando la propria politica ambientale, attualmente concentrandosi sul sistema costiero (principale vetrina), ma la strategia è quella di ampliare a tutto il territorio il processo ad alta innovazione strategico-operativa.

Bibliografia

Cariani R., (Ed.), "Ecodistretti 2009. Made "green" in Italy: le politiche ambientali dei sistemi produttivi locali e dei distretti industriali", FrancoAngeli, Milano, 2010

EEA, "Progress towards the European 2010 biodiversity target", http://www.eea.europa.eu/publications/progress-towards-the-european-2010-biodiversity-target, ultimo accesso 15/05/2011

Ioppolo G., (Ed.), "Integrazione di competenze a supporto dei sistemi di gestione costiera. Il caso Fish□Gate: Progetto Integrato di Gestione delle Risorse", FrancoAngeli, Milano, 2010

Ioppolo G., Campanella P., Cilento M., Checcucci F., Parlavecchio S., Maccarrone V., "Rapporto sullo Stato dell'Ambiente Costiero", Studio FC&RR Associati, Provincia del Medio Campidano, Sanluri, 2010

Ioppolo G., Campanella P., Cilento M., Checcucci F., Parlavecchio S., Maccarrone V., "Master Plan", Studio FC&RR Associati, Provincia del Medio Campidano, Sanluri, 2011

Ioppolo G., Bandinu P.A., "Strumenti di gestione ambientale ed ecoturistica: il caso del Medio-Campidano", in Manca G., Franco M.A., Tola A. (Eds.), "I sistemi di gestione ambientale per lo sviluppo eco-compatibile del territorio", Arkadia Ed., Cagliari, 149-156, 2010

Salomone R., Saija G., "I sistemi di gestione ambientale orientate al prodotto (POEMS) nel settore agro-alimentare: opportunità di sviluppo economico-territoriale", in Manca G., Franco M.A., Tola A. (Eds), "I sistemi di gestione ambientale per lo sviluppo eco-sostenibile del territorio", Arcadia Ed., Cagliari, 191-197, 2010

UNEP, "Convention On Biological Diversity", http://www.cbd.int/doc/meetings/cop/cop-08/information/cop-08-inf-33-en.pdf, 2006, ultimo accesso 15/05/2011

Summary

ENVIRONMENTAL SPATIAL PLANNING IN HIGHLY FRAGILE HABITATS: THE COAST OF ARBUS (SARDINIA)

The Province of Medio Campidano, Sardinia, has a coastline with a concentration of Sites of Community Interest (5), which preserve and protect a fragile dune system with high integrity and it is implementing a strategic tool: the Programme for Sustainable Development and Eco-tourism (PSSE). On 09/05/2011, the second phase was completed with the adoption, through a Master Plan, of sustainable development initiatives in the short and medium to long term. In this paper there is a summary of the results of the Master Plan, highlighting the strategic decision-making process.

GLI INVESTIMENTI SOCIALMENTE RESPONSABILI: ASPETTI INTRODUTTIVI

CHRISTIAN IPPOLITO[*], ROBERTO MERLI[**]
* Dipartimento di Management e Tecnologia, Università degli Studi di Roma La Sapienza
Via del Castro Laurenziano, 9 - 00161 Roma, email: christian.ippolito@uniroma1.it
[**]*Dipartimento di Scienze Aziendali ed Economico-Giuridiche, Università degli Studi Roma Tre*
Via Silvio D'Amico 77 - 00145 Roma - email: r.merli@uniroma3.it

Riassunto
La crescente rilevanza di un approccio alla finanza che tenga conto non solo del rendimento ma anche delle conseguenze sociali ed ambientali collegate agli investimenti impone un esame della materia, anche in considerazione del forte impulso che gli investimenti socialmente responsabili hanno ricevuto, sotto forma di nuove normative e aumento della domanda, in seguito alla recente crisi finanziaria globale.
Tuttavia gli investimenti socialmente responsabili non sono un fenomeno nuovo ma hanno una storia lunga e complessa, strettamente collegata alle diverse sensibilità emerse nel tempo relativamente al rapporto tra etica e denaro. Ciò ha favorito innanzi tutto una proliferazione di definizioni ma anche l'individuazione di diversi strumenti di selezione degli investimenti che rispondessero a diverse esigenze.
In mancanza di un forte ruolo promotore da parte dei risparmiatori è stato generalmente il legislatore a stimolare l'adozione di pratiche d'investimento trasparenti e sostenibili ed a portare il mercato a raggiungere dimensioni ragguardevoli nei Paesi con le economie più avanzate. Rimane tuttavia il dubbio sulle prestazioni finanziarie degli investimenti socialmente responsabili mentre è certo che il fenomeno mantiene un potenziale di crescita straordinario, destinato a realizzarsi concretamente nei prossimi anni.

Introduzione

La responsabilità morale e giuridica delle aziende e dei loro amministratori relativamente a diritti umani, standard lavorativi, protezione ambientale e altre questioni etiche salienti è stata ampiamente teorizzata in letteratura. Tuttavia il ruolo degli investitori in questo contesto è stato a lungo praticamente ignorato.

La recente crisi finanziaria ha dato un forte impulso alle iniziative collegate all'investimento socialmente responsabile, sia da parte degli investitori che dei legislatori. È proprio la crescente importanza del tema a motivare questo esame introduttivo di un diverso approccio alla finanza che si presenta come caratterizzato da un forte potenziale di sviluppo.

Terminologia

Quello degli Investimenti Socialmente Responsabili (ISR) non è un fenomeno nuovo e sebbene siano stati necessari oltre 80 anni affinché esso raggiungesse il livello di popolarità di cui attualmente gode, la terminologia in quest'area non è ancora del tutto condivisa. I concetti più frequentemente adoperati per distinguere gli investimenti socialmente responsabili da quelli convenzionali sono tre.

Il termine "investimento etico" è il più antico (lo si ritrova in letteratura già a partire dal 1972) e testimonia la connotazione religiosa delle prime iniziative in materia.

Il termine "finanza etica" condivide questa radice ma pare avere una portata più ampia, essendo al suo interno ricomprese, secondo certe fonti, altre iniziative più specifiche.

Infine si deve considerare il termine, ad oggi più largamente utilizzato, di investimento socialmente responsabile, spesso utilizzato anche nella sua versione inglese (*socially responsible investing* o *socially responsible investment*).

Lasciata da parte la definizione più antica, pare opportuno concentrarsi sui concetti di finanza etica e di ISR. Mentre la differenza è piuttosto chiara per Borsa Italiana, non altrettanto si può affermare per quanto riguarda le definizioni fornite dalla Consob.

Secondo la prima fonte infatti la finanza etica è considerata come il "modo di fare finanza rispettoso dell'ambiente e dell'uomo, tenendo conto di tutto il ciclo di utilizzo del denaro" mentre gli investimenti socialmente responsabili sono solo uno degli strumenti (insieme a microcredito, finanziamento di iniziative non profit e finanza etica tradizionale[1]) di cui la finanza etica si avvale. In particolare si tratterebbe di

[1] La finanza etica tradizionale è definita come la pratica di devolvere una parte degli utili prodotti dagli investimenti per scopi sociali.

"strumenti di finanza tradizionale che però selezionano gli investimenti da fare in base a principi etici" (Borsa Italiana, 2010).
Secondo la Commissione Nazionale per le Società e la Borsa (Consob), in assenza di indicazioni normative vincolanti, la finanza etica viene descritta come un processo di investimento fondato su criteri di selezione dei titoli che non si pongono, come fine esclusivo, la massimizzazione dei rendimenti (dato un certo grado di rischio) ma anche la salvaguardia di valori universali quali l'equità sociale, la protezione dell'ambiente e della salute, lo svolgimento dell'attività economica nel rispetto degli interessi di tutti gli stakeholder e, più in generale, dei cittadini.
Si parla invece di *socially responsible investing* per rappresentare un'attività di gestione nella quale considerazioni di carattere sociale, etico ed ambientale orientano le scelte di investimento, nonché la politica di esercizio dei diritti connessi ai titoli detenuti (Consob, 2007a). In questo caso non abbiamo alcun cenno al rendimento finanziario dell'investimento, circostanza che sorprende e che, considerata congiuntamente alla sostanziale coincidenza delle due definizioni proposte, porta a preferire senz'altro il quadro terminologico di Borsa Italiana.
Altra definizione autorevole è quella fornita dal *UK Social Investment Forum*, il quale definisce socialmente responsabili quegli investimenti fatti tenendo in considerazione le conseguenze, positive e negative, ambientali e sociali derivanti da tali investimenti nell'ambito di una rigorosa analisi finanziaria. Similmente Renneboog, Ter Horst e Zhang individuano l'investimento socialmente responsabile come quello che integra considerazioni sociali, ambientali ed etiche nel processo decisionale (2008) mentre Fung, Law e Yau considerano socialmente responsabile una strategia di investimento nella quale le decisioni di investimento siano basate su standard di carattere ambientale, sociale e di governo societario (2010).
Dalle definizioni fornite emerge quindi come a caratterizzare gli ISR sia l'affiancamento di considerazioni di tipo etico-sociale a strategie volte alla massima prestazione finanziaria.
Cenni storici
Gli investimenti socialmente responsabili hanno origini antiche, che possono essere ricondotte principalmente alle tradizioni religiose dell'Ebraismo, del Cristianesimo e dell'Islam. Fu proprio la Chiesa Metodista inglese, negli anni '20 del Novecento, a iniziare il boicottaggio di aziende considerate scellerate perché coinvolte nella produzione di alcoolici, tabacco ed armi. Il *Pioneer Fund*, primo fondo comune di investimento che escludeva dal proprio portafoglio particolari settori economici considerati immorali, fu istituito nel 1928.
Diversamente dagli investimenti etici del passato, gli investimenti socialmente responsabili moderni sono generalmente svincolati da credenze religiose e perlopiù basati su convinzioni di carattere etico e sociale. La svolta tuttavia si ebbe a partire dagli anni '60, durante i quali numerose campagne d'informazione da parte di movimenti sociali e politici antirazzisti o contrari alla guerra del Vietnam hanno per la prima volta aumentato la consapevolezza degli investitori relativamente alle conseguenze sociali dei loro investimenti. Non a caso il primo fondo comune d'investimento socialmente responsabile, il Pax World Fund, è stato fondato nel 1971 da investitori contrari alla guerra del Vietnam.
Se fino a quel punto l'impatto che simili iniziative avevano prodotto sulle aziende colpite erano limitati a danni di modesta entità dal punto di vista dell'immagine e praticamente irrisori da quello finanziario, negli anni '80 le cose iniziarono a cambiare. In quel periodo furono investite dalla protesta degli investitori socialmente responsabili le aziende coinvolte nel sistema dell'Apartheid. Agli stessi anni si può far risalire un aumento della consapevolezza degli investitori riguardo alle possibili conseguenze ambientali negative dello sviluppo industriale, in seguito al disastro nucleare di Chernobyl e al naufragio della superpetroliera Exxon Valdez vicino alle coste dell'Alaska, con conseguente dispersione in mare di oltre 40 milioni di litri di greggio.
Negli anni '90 l'attenzione si spostò sulle violazioni dei diritti umani e degli standard lavorativi nelle fabbriche dei Paesi in via di sviluppo, cui molte aziende manifatturiere occidentali, particolarmente nei settori dell'abbigliamento e dei giocattoli, iniziavano a subappaltare la produzione dei propri prodotti per ridurre i costi. A partire da quel periodo, gli investimenti socialmente responsabili hanno conosciuto una forte crescita in tutto il mondo ma principalmente nei Paesi industrializzati.
Negli ultimi anni una serie di scandali hanno attratto l'attenzione degli investitori, i quali ora sono particolarmente attenti alle questioni relative al governo societario (si pensi ai casi di Enron, Parmalat o alla crisi dei mutui subprime), sebbene il grado di consapevolezza relativamente a tali questioni sia molto eterogeneo anche tra Paesi che si attestano su livelli simili di sviluppo economico. In generale comunque la tendenza recente relativamente al fenomeno degli ISR è quella di un passaggio da settore di nicchia del mercato finanziario a una fase di maturità e ampia diffusione (Sparkes & Cowton, 2004).
Strategie di selezione degli investimenti

Nella prassi gli ISR si realizzano attraverso l'utilizzo di particolari strategie di scelta degli investimenti che consentono di selezionare, sulla base di considerazioni di carattere etico-sociale solo i titoli che, compatibilmente con la massimizzazione del rendimento, rispettano determinati requisiti.
Questo significa che il singolo investitore o il gestore di un fondo comune di investimento applica uno o più criteri (*screening*) per la realizzazione di un portafoglio ritenuto accettabile da un punto di vista etico.
Volendo proporre una classificazione dei criteri di investimento possiamo distinguere quattro generazioni, le quali però, si badi bene, continuano a coesistere, pur essendo frutto di sensibilità differenti e via via più evolute. Spesso poi i diversi criteri di selezione vengono combinati tra di loro per ottenere portafogli che soddisfino particolari esigenze degli investitori.
I criteri di selezione di **prima generazione** sono di tipo negativo (nella terminologia anglosassone si parla di *negative screens*). Ciò significa che nella costruzione del portafoglio si escludono aziende che offrono prodotti o servizi specifici (come visto in precedenza gli esempi più frequenti sono quelli delle aziende produttrici di armi, tabacco e alcoolici). L'investitore ha quindi semplicemente la garanzia che il suo denaro non verrà investito in particolari imprese ma questa formula è poco adatta a stimolare in misura rilevante un cambiamento positivo da parte del mondo imprenditoriale. In altre parole, adottando solo questi criteri si corre il rischio di non produrre alcun effetto sui titoli di aziende di grandi dimensioni che sono scambiati in grandi volumi e il cui prezzo quindi tenderà comunque a rispecchiare esclusivamente la bontà degli indicatori convenzionali di performance finanziaria ed economica.
E' opportuno segnalare come spesso questi meccanismi non operino in senso stretto ma vengano applicati utilizzando dei valori soglia, applicati alla quota del fatturato o dei ricavi dell'azienda riconducibile ad attività considerate negativamente: qualora la soglia venga superata, si verificherà l'esclusione del titolo dal portafoglio.
La **seconda generazione** di criteri di selezione adotta un approccio positivo (nella terminologia anglosassone si parla di *positive screens*), concentrandosi sul finanziamento di aziende che prestano attenzione ad un particolare settore o tema. Un fondo che faccia uso di questo tipo di criterio seleziona le aziende con buone performance in un campo specifico quale, ad esempio, la produzione di prodotti ecologicamente responsabili, al fine di incoraggiare atteggiamenti positivi attraverso un meccanismo incentivante.
Nei criteri di selezione di **terza generazione** si scelgono solo aziende sostenibili nel senso più ampio, dal momento che l'analisi delle performance non si concentra solo su alcuni aspetti ma su tutte le tematiche della sostenibilità. Si controllano quindi la politica interna del personale, le relazioni con l'ambiente sociale e gli sforzi sostenuti in materia di etica e ambiente.
La **quarta generazione**, infine, oltre a limitare gli investimenti solo ad imprese che siano sostenibili in tutti gli ambiti della propria attività, tiene in forte considerazione la comunicazione con gli stakeholder da parte delle aziende e l'utilizzo dell'azionariato attivo per stimolare le imprese a muoversi in accordo con le richieste degli investitori socialmente responsabili (Ethibel, 2003; Renneboog et al., 2008); si parla allora anche di *engagement*. Questo tipo di strategia porta ad un approccio totalmente diverso da quello dei filtri negativi, in cui l'investitore socialmente responsabile rifiuta di considerare l'azienda moralmente riprovevole, proponendosi invece di instaurare un confronto costruttivo che faccia leva sulla *moral suasion* nel migliore dei casi o, nel caso di aziende poco disponibili ad ascoltare le richieste degli investitori etici, sulla "forza bruta" in forma di iniziative di azionariato attivo (in inglese si parla allora di *shareholder activism*) per costringere il management ad ascoltare le richieste avanzate da particolari categorie di azionisti.
L'*engagement* può quindi svilupparsi secondo approcci più o meno radicali, attraverso:
Semplice comunicazione all'azienda delle politiche di investimento dell'investitore;
Contatto diretto con il management attraverso incontri periodici con i rappresentanti della direzione delle imprese partecipate;
Supporto in forma di pareri o suggerimenti sui temi relativi alla responsabilità sociale d'impresa o ad essa collegati;
Esercizio dei diritti connessi alla proprietà dei titoli attraverso la partecipazione attiva alle assemblee degli azionisti e la presentazione di mozioni o risoluzioni, con l'esercizio del diritto di voto su tutte le questioni per cui è previsto.
L'azionariato attivo può essere esercitato tramite comunicazioni scritte, attraverso il dialogo con il management o il consiglio di amministrazione, ponendo domande in sede di assemblea dei soci o sostenendo proposte formali in qualità di azionista (Sjöström, 2008).
Nel caso di aziende poco inclini ad ascoltare le richieste degli investitori socialmente responsabili assumono un ruolo decisivo il peso di questi all'interno del capitale sociale e la possibilità di esercitare

pressioni d'altro tipo, ad esempio facendo leva sui media e sull'opinione pubblica. In quest'ultimo caso si torna allora indirettamente ad iniziative di boicottaggio che molto assomigliano ai criteri di screening negativo.
Dall'evoluzione delle varie generazioni di criteri emerge quindi un percorso che ha progressivamente condotto ad una maggiore consapevolezza, da parte delle direzioni aziendali, dell'impossibilità di ignorare le preoccupazioni di determinate categorie di investitori. Per questa ragione, nel corso degli ultimi anni, abbiamo assistito ad un miglioramento dell'atteggiamento delle aziende, al quale ha fatto seguito una revisione degli strumenti degli investitori, sempre più orientati ad un dialogo continuo con i rappresentanti delle imprese. Tuttavia, nonostante un generale miglioramento del quadro complessivo, rimangono realtà nelle quali il confronto rimane difficile e in cui appare inevitabile il ritorno ad una situazione di scontro e al conseguente utilizzo, da parte degli investitori, di politiche di boicottaggio o di azionariato attivo aggressivo.
Si può quindi concludere che tanto più l'azienda è recalcitrante nei confronti delle richieste degli investitori socialmente responsabili, tanto più sarà necessario utilizzare strumenti che questa non può ignorare, andando ad intervenire direttamente sui suoi interessi economici (Dal Maso & Bedini, 2004).
Quadro normativo
Uno dei fattori che hanno promosso l'adozione di principi di investimento socialmente responsabile è rappresentato dall'emanazione di norme specifiche. In particolare molti legislatori hanno introdotto, soprattutto in Europa, leggi volte ad aumentare le informazioni di carattere non finanziario che le imprese devono fornire ai propri potenziali investitori. Nel seguito illustriamo brevemente alcuni esempi concreti dei passi mossi nella direzione della finanza etica da parte dei governi europei.
I primi interventi a favore degli ISR risalgono al 1991 in Germania. In particolare la legge sulle energie rinnovabili assicura sgravi fiscali ai fondi che investono in energia eolica.
In seguito, altre iniziative legislative sono state promosse tra il 2001 ed il 2002 in Belgio, Francia, Svezia, Regno Unito e Germania. Anche se le modalità differiscono, sostanzialmente tutte le normative adottate hanno rafforzato la trasparenza con cui le aziende e/o i gestori di fondi d'investimento, assicurativi o pensionistici, devono informare i propri investitori relativamente agli aspetti etico-sociali dei progetti d'investimento.
I Paesi europei dunque si sono orientati fortemente all'investimento socialmente responsabile, soprattutto per quanto riguarda la normativa applicabile agli investimenti previdenziali, i quali del resto hanno intenti sostanzialmente coincidenti con quelli degli ISR, essendo caratterizzati da un lungo orizzonte temporale e da una scarsa propensione al rischio.
Nonostante il quadro europeo favorevole, l'Italia mostra ancora un approccio diffidente verso la finanza etica, come testimoniato dal ritardo con cui il legislatore ha scelto di regolamentare la materia.
Il primo intervento, risalente al 2005, è quello relativo alla riforma della previdenza complementare (D.Lgs. 252/2005, articolo 6, comma 13, lettera c), al cui interno si afferma che "Le forme pensionistiche complementari sono tenute ad esporre nel rendiconto annuale e, sinteticamente, nelle comunicazioni periodiche agli iscritti, se ed in quale misura nella gestione delle risorse e nelle linee seguite nell'esercizio dei diritti derivanti dalla titolarità dei valori in portafoglio si siano presi in considerazione aspetti sociali, etici ed ambientali". Inoltre il legislatore italiano ha delegato la Consob (attraverso l'art. 117-ter della legge n. 262/2005) ad emanare disposizioni in tema di obblighi informativi e di rendicontazione cui sono tenuti tutti i soggetti che promuovono prodotti finanziari etici o socialmente responsabili.
In aderenza alla delega ricevuta, la Consob, ha aggiunto al Regolamento n. 16190 il Libro VII (*"Disposizioni in materia di finanza etica o socialmente responsabile*"), composto dagli articoli 89 ("*Obblighi informativi"*) e 90 (*"Obblighi di rendicontazione"*) (Consob, 2007b).
Relativamente ad una valutazione di merito dell'approccio seguito da ciascun soggetto per la qualificazione etica dei prodotti e servizi offerti, la Consob non si è espressa, nella consapevolezza che sia estremamente difficile, se non impossibile, definire aprioristicamente un concetto di etica che abbia lo stesso significato per tutti i portatori di interesse.
Per quanto riguarda gli obblighi di trasparenza posti a carico degli intermediari, è possibile distinguere tra quelli *ex ante* e quelli nel continuo. Nel primo caso è previsto che, nel prospetto informativo e nei contratti relativi a prodotti e servizi qualificati come "etici" o "socialmente responsabili", i soggetti abilitati forniscano le seguenti informazioni:
Obiettivi e caratteristiche che qualificano il prodotto o servizio come etico o socialmente responsabile;
Criteri generali di selezione degli strumenti finanziari, conformi agli obiettivi e alle caratteristiche delineate;
Politiche e obiettivi di azionariato attivo perseguiti;

Destinazione dei proventi ad iniziative di carattere sociale o ambientale;
Misura dei proventi destinati ad iniziative di carattere sociale o ambientale;
Procedure adottate per assicurare il perseguimento degli obiettivi dichiarati (come l'istituzione di organi interni specializzati e l'attribuzione di specifiche funzioni);
Adesione a codici di autoregolamentazione, promossi da soggetti specializzati.
In relazione agli obblighi di trasparenza nel continuo, questi si sostanziano in obblighi di informazione relativamente a:
Illustrazione dell'attività di gestione in relazione ai criteri generali di selezione degli strumenti finanziari detenuti in portafoglio;
Esercizio dell'attività di azionariato attivo;
Devoluzione dei proventi ad iniziative di carattere sociale e ambientale e relativa misura.
I Principi per gli Investimenti Responsabili delle Nazioni Unite
Il quadro legale relativo agli investimenti socialmente responsabili non si esaurisce con le norme cogenti emanate dai singoli Stati ma si arricchisce anche di iniziative di autoregolamentazione promosse da istituzioni di vario tipo. Il caso più interessante è quello relativo all'iniziativa lanciata dalle Nazioni Unite per la creazione di un insieme di principi di riferimento per gli investimenti socialmente responsabili cui le aziende possano aderire su basse volontaria.
Nel 2005 il Segretario Generale delle Nazioni Unite ha infatti sollecitato gli investitori istituzionali ad adoperarsi per promuovere l'integrazione di parametri sociali, ambientali e di *governance* nelle attività finanziarie. In seguito a questo appello, al termine di un processo di consultazione svoltosi tra l'aprile 2005 ed il gennaio 2006 e che ha visto la partecipazione di esperti intervenuti in rappresentanza delle diverse categorie di portatori di interessi, sono nati i Principi per gli Investimenti Responsabili dell'ONU, una dichiarazione di intenti e di impegno aperta all'adesione degli operatori finanziari. Ad oggi, i PRI hanno raccolto un ampio consenso su scala globale tra i maggiori investitori istituzionali che abbracciano una visione di lungo termine. I firmatari appartengono a tre categorie cui sono riconducibili 895 firmatari (UNPRI, 2011a).
Ecco in sintesi i principi (UNPRI, 2011b):
1. Incorporare parametri ambientali, sociali e di *corporate governance* (ESG) nell'analisi finanziaria e nei processi di decisione riguardanti gli investimenti;
2. Essere azionisti attivi e incorporare parametri ESG nelle politiche e pratiche di azionariato;
3. Esigere la rendicontazione su parametri ESG da parte delle aziende in cui si investe;
4. Promuovere l'accettazione e l'implementazione dei Principi nel settore finanziario;
5. Collaborare per migliorare l'efficacia dell'applicazione dei Principi;
6. Comunicare periodicamente le nostre attività e progressi per l'applicazione dei Principi.

Il mercato degli investimenti socialmente responsabili
Come già accennato, il fenomeno degli investimenti socialmente responsabili è in una fase di transizione verso una ampia diffusione all'interno del mercato finanziario. A partire dagli anni '90 ma soprattutto negli ultimi dieci anni, gli investimenti socialmente responsabili sono aumentati fortemente in tutto il Mondo ma mentre nei Paesi emergenti la capitalizzazione complessiva rimane ancora molto ridotta, nei Paesi più avanzati il comparto della finanza etica è arrivato a rappresentare una quota importante del mercato finanziario.
Secondo un recente rapporto (Eurosif, 2010a) che ha preso in considerazione diverse economie emergenti (tra cui Brasile, Russia, Cina ed India), il fenomeno degli ISR è in espansione ma la dimensione del mercato è quantificabile in appena € 210 miliardi, i quali, se confrontati con le cifre relative ai mercati statunitense ($ 3.070 miliardi all'inizio del 2010) ed europeo (€ 5.000 miliardi a fine 2009) appaiono piuttosto modesti.
La situazione del mercato statunitense è caratterizzata da elevati tassi di crescita sia nel lungo (+380% circa dal 1995 al 2010) che nel breve termine (+13% dal 2007 al 2010). Inoltre si può constatare come durante la crisi finanziaria gli investimenti convenzionali abbiano invece conosciuto un periodo di sostanziale stagnazione, con una crescita inferiore all'1%.
Nel complesso circa il 12% degli investimenti finanziari americani è riferibile a iniziative socialmente responsabili. Gli investitori istituzionali dominano lo scenario, gestendo circa i tre quarti ($ 2.300 miliardi circa) del mercato.
Secondo il più recente rapporto di Eurosif (2010b) sulla situazione del mercato europeo, a fine 2009 gli investimenti socialmente responsabili hanno raggiunto € 5.000 miliardi, crescendo del 140% circa rispetto alla fine del 2007, quando il mercato valeva circa € 2.700 miliardi. Nonostante la crisi finanziaria si è quindi registrata una crescita straordinaria. Tuttavia si deve tenere conto del fatto che gli ISR considerati

sono riferibili solo per un quarto circa (€1.200 miliardi) a cosiddette *core SRI strategies*, ossia strategie di selezione dei titoli restrittive.
In Europa, come negli Stati Uniti, gli straordinari tassi di crescita registrati sono da attribuirsi in gran parte al fatto che molti grandi investitori (cui è riferibile circa il 92% del settore in Europa ed il 75% negli Stati Uniti) si siano dotati di nuovi criteri di selezione dei titoli da inserire nei propri portafogli. Queste iniziative sono dettate sia da nuove norme in materia di trasparenza sia dal desiderio di rispondere al calo di fiducia degli investitori, due fattori egualmente ricollegabili alla recente crisi finanziaria.
La situazione del mercato italiano è caratterizzata da un certo dinamismo per quanto riguarda la crescita del patrimonio gestito (+28% circa tra il 2009 ed il 2007) ma al tempo stesso alcuni dati inducono ad affermare che l'Italia risulta essere ancora in uno stadio iniziale dello sviluppo degli ISR.
Caratteristiche del mercato italiano sono infatti la forte prevalenza di *broad SRI strategies* (96%) e la quasi totale assenza degli investitori retail dalla scena (circa 1%). Conseguentemente i fattori di crescita più importanti per il mercato italiano non possono che essere le iniziative volontarie degli investitori istituzionali e gli impulsi legislativi che impongono agli investitori istituzionali obblighi di trasparenza e/o di adozione di criteri d'investimento etico-sociali.
Per far sì che la crescita del mercato sia sempre meno alimentata dall'offerta e più trainata dalla richiesta dei risparmiatori si rendono necessarie iniziative informative periodiche per colmare l'evidente gap culturale che condiziona così fortemente la struttura del mercato domestico.
Questa conclusione è coerente anche con il quadro europeo complessivo, nel quale i principali driver per la domanda di investimenti socialmente responsabili sono, nell'ordine: domanda da parte di investitori istituzionali, iniziative internazionali (tra le quali dominano i Principi delle Nazioni Unite per investimenti responsabili - UNPRI), pressioni esterne (da parte di ONG, mezzi d'informazione, organizzazioni sindacali e di tutela dei consumatori), domanda da parte degli investitori *retail*.
Gli attori del mercato degli investimenti socialmente responsabili
Per quanto riguarda i soggetti attivi sul mercato (intermediari, analisti, agenzie di rating, etc.) alcuni di quelli già presenti hanno ampliato la loro offerta per soddisfare la domanda di prodotti e servizi finanziari collegati agli ISR, altri hanno scelto di specializzarsi in questo campo, facendo degli ISR il proprio *core business*. Gli attori di maggiore interesse in questa sede sono le agenzie di rating sociale ed i *social index provider*.
Le agenzie di rating sociale sono organizzazioni che raccolgono in modo continuo e sistematico informazioni sul comportamento ambientale e sociale delle imprese, le elaborano secondo proprie metodologie e le forniscono agli investitori socialmente responsabili, che le utilizzano per determinare le proprie scelte.
È bene notare come in realtà l'espressione rating sia spesso utilizzata in modo improprio poiché non sempre le valutazioni del comportamento delle società si traducono in giudizi quantitativi. Ciò sia perché la materia in esame è assai delicata e dunque difficilmente suscettibile di valutazioni standardizzate che possano tradurre comportamenti in numeri, sia perché investitori diversi richiederanno necessariamente valutazioni che assegnino fattori di ponderazione diversi a parametri ancora differenti.
Quest'ultima circostanza deriva dalla particolarità propria dei rating sociali per la quale sono quasi sempre gli investitori, non le aziende valutate, a commissionare il rating.
I fornitori di indici specializzati (spesso chiamati "indici etici") calcolano dei benchmark il cui riferimento è selezionato sulla base di criteri ambientali o sociali. Nella maggioranza dei casi, la base di partenza è rappresentata da un indice tradizionale, al quale vengono applicati dei filtri (attraverso l'utilizzo di screening negativo e/o positivo) in modo da selezionare solo gli emittenti che non soddisfano i criteri di responsabilità sociale scelti. La riduzione dell'universo di partenza risulterà ovviamente più o meno sensibile a seconda della severità delle politiche di SRI. Quasi sempre vengono comunque mantenute le caratteristiche di capitalizzazione e di diversificazione settoriale e geografica che garantiscano all'indice una significatività dal punto di vista finanziario (Dal Maso & Bedini, 2004).
A titolo di esempio si possono citare gli indici di sostenibilità *Dow Jones* (*Dow Jones Sustainability Indexes*), *FTSE4Good*, *FTSE KLD Global Sustainability Index*, *Aspi Eurozone, Calvert Social Index,* Domini 400 Social Index e l'indice di sostenibilità *Ethibel* (*Ethibel Sustainability Index*).
Le performance finanziarie di investimenti socialmente responsabili e convenzionali a confronto
È facile immaginare come, da quando il fenomeno degli ISR ha iniziato a rivestire una certa importanza ed a guadagnare consensi, intorno al tema della redditività si sia aperto un acceso dibattito.
Sul piano teorico si può partire dalla tesi per cui le aziende socialmente responsabili, in quanto internalizzano dei costi collegati ad esternalità negative che scelgono di non sfruttare, dovrebbero vedere ridotti i propri utili. Se poi si tiene conto del fatto che all'ottimizzazione del rapporto tra rischio e

rendimento si affianca una serie di valori personali e sociali (Bollen, 2007) e che quindi gli investitori socialmente responsabili hanno aspettative di rendimento più basse dal momento che per questi una parte del ritorno sull'investimento è rappresentata dalla consapevolezza di aver agito in modo eticamente corretto, ne dovrebbe conseguire che le aziende che si comportano in modo socialmente responsabile producono ritorni finanziari inferiori rispetto alle concorrenti senza che ciò determini particolari squilibri di mercato.

Questa conclusione però non tiene conto del tempo. Nel lungo termine infatti aumenta la probabilità che una condotta socialmente irresponsabile produca conseguenze negative per l'azienda e per coloro che hanno investito in essa sotto forma di possibili scandali in tema di rispetto dell'ambiente, dei diritti umani o della trasparenza del governo societario.

Proprio perché il dibattito teorico rimane tale, sono state svolte numerose ricerche per stabilire, confrontando le prestazioni di titoli, fondi e indici etici e convenzionali, quali fossero le eventuali differenze in termini di profittabilità. Nel maggior parte dei casi le indagini hanno usato un approccio metodologico che normalizzasse i rendimenti rispetto al rischio, concentrando quindi l'analisi solo sui rendimenti aggiustati per tenere conto di diversi livelli di rischiosità.

Da un esame dell'ampia letteratura esistente in materia è emersa una prevalenza di risultati neutri, che quindi non sono stati in grado di dimostrare differenziali di rendimento statisticamente significativi tra strategie di investimento socialmente responsabili e convenzionali (Bauer, Koedijk, & Otten, 2005; Cortez, Silva, & Areal, 2009; Derwall & Koedijk, 2009; Guerard Jr, 1997; Mill, 2006; Sauer, 1997; Statman, 2000).

Tuttavia esistono anche studi che hanno dimostrato rendimenti inferiori (Jones, van der Laan, Frost, & Loftus, 2007) o superiori degli ISR (Dillenburg, Greene, & Erekson, 2003; Gil-Bazo, Ruiz-Verdú, & Santos, 2009) rispetto ad investimenti convenzionali. Le differenze tra i risultati sono principalmente imputabili a differenze metodologiche relative alla scelta dei campioni e delle serie storiche su cui si è concentrata l'analisi e alle modalità secondo le quali sono state eseguite le analisi stesse.

Conclusioni

Quanto emerso relativamente alla situazione recente del mercato finanziario globale, con particolare riferimento agli investimenti socialmente responsabili invita ad alcune riflessioni.

Nonostante il significativo impatto negativo che la crisi finanziaria globale ha avuto su tutti i settori dell'economia, gli ISR non solo hanno dato prova di una considerevole resistenza, pur con le dovute distinzioni tra i vari Paesi, ma hanno ricevuto giovamento dalla perdita di fiducia degli investitori nei confronti di modalità d'investimento convenzionali. Alla base di questo successo però non c'è solo una congiuntura favorevole, che ha reso ancor più evidenti i meriti degli investimenti sostenibili.

È infatti in atto da tempo una trasformazione dei mercati finanziari, sempre più attenti alle esigenze di investitori socialmente responsabili. Sono allora proprio le richieste degli investitori, istituzionali e *retail*, a motivare l'espansione del settore. Al tempo stesso anche i decisori pubblici si sono fatti interpreti di necessità di maggior trasparenza della rendicontazione non finanziaria mentre in alcuni casi, talvolta in mancanza di interventi pubblici o di domanda da parte dei privati, il vuoto è stato colmato da iniziative di autoregolamentazione.

Posto che il movimento della finanza etica può rappresentare un fattore di cambiamento positivo in termini di sostenibilità di lungo periodo dello sviluppo economico, sociale ed ambientale, appare necessario incoraggiarne l'ulteriore evoluzione, sostenendo un crescente livello di comprensione da parte degli investitori di come le scelte di investimento possano influenzare questioni ambientali e sociali di grande importanza.

Tuttavia occorre distinguere tra investitori istituzionali e *retail*. Se infatti per i primi gli investimenti socialmente responsabili sono sempre più considerati in un'ottica di *risk management*, dietro alla domanda da parte degli investitori *retail* la componente etico-morale mantiene una certa importanza.

Al fine di favorire una crescita prolungata della domanda di ISR pare opportuno quindi intervenire sia sull'informazione dei risparmiatori, affinché siano questi poi ad esercitare pressioni sugli investitori istituzionali, sia sugli operatori professionali, attraverso normative che ne rafforzino gli obblighi di rendicontazione e trasparenza.

Sul fronte delle iniziative legislative, a livello comunitario attualmente non ci sono leggi che richiedano agli investitori di rendere pubbliche le questioni di RSI relative ai propri investimenti sebbene in diversi Stati membri siano state implementate norme di questo tipo. Tuttavia da più parti sono giunte sollecitazioni in tal senso da parte di autorità di garanzia, ONG, associazioni dei consumatori e risparmiatori e la Commissione Europea sta attualmente discutendo sulla possibilità di aumentare la trasparenza degli investitori istituzionali.

Alle proposte legislative per aumentare la diffusione di pratiche di investimento socialmente responsabili possono affiancarsi in modo proficuo iniziative di tipo volontario. A tale proposito si possono citare i Principi proposti dall'ONU e varie etichette etiche, che hanno tutti lo scopo di aumentare la visibilità e la credibilità dei prodotti d'investimento socialmente responsabili, producendo come effetto l'aumento di offerte sostenibili e una migliorata comprensione da parte del pubblico.
Inoltre alcune organizzazioni, tra cui si può citare ad esempio il *World Economic Forum*, hanno anche lanciato consultazioni e gruppi di lavoro concentrati sugli incentivi necessari all'interno della catena valoriale degli investimenti per accelerare la transizione verso investimenti socialmente responsabili.

Bibliografia

Bauer, R., Koedijk, K., & Otten, R. (2005). International evidence on ethical mutual fund performance and investment style. Journal of Banking & Finance, 29(7), 1751-1767. doi:10.1016/j.jbankfin.2004.06.035

Bollen N.P.B.(2007).Mutual fund attributes and investor behavior.Journal of Financial and Quantit. Analysis, 42(03),683–708.

Borsa Italiana. (2010, May 3). Finanza Etica - Borsa Italiana. Retrieved February 6, 2011, from http://www.borsaitaliana.it/notizie/finanza-etica/csr/introduzione/finanza-etica-intro.htm

Consob. (2007a). Documento di consultazione sulle disposizioni attuative dell'art. 117-ter del TUF, introdotto dalla legge n. 262/2005, in materia di finanza etica. Retrieved from http://www.consob.it/main/documenti/Regolamentazione/lavori_preparatori/consultazione_intermediari_20070207_3.htm?hkeywords=&docid=48&page=0&hits=100

Consob. (2007b). Reg. Consob n. 16190 recante norme di attuazione del D.Lgs. 24 febbraio 1998, n.58 in materia di intermediari.

Cortez, M. C., Silva, F., & Areal, N. (2009). The performance of European socially responsible funds. Journal of business ethics, 87(4), 573–588.

Dal Maso, D., & Bedini, C. (2004). Futuro di valore. Forum per la Finanza Sostenibile.

Derwall, J., & Koedijk, K. (2009). Socially Responsible Fixed-Income Funds. Journal of Business Finance & Accounting, 36(1-2), 210-229. doi:10.1111/j.1468-5957.2008.02119.x

Dillenburg, S., Greene, T., & Erekson, O. H. (2003). Approaching socially responsible investment with a comprehensive ratings scheme: Total social impact. Journal of Business Ethics, 43(3), 167–177.

Ethibel. (2003). Four Generations of Socially Responsible Investment Funds. Retrieved February 7, 2011, from http://www.ethibel.org/subs_e/1_info/sub1_2.html

Eurosif. (2010a). Emerging markets.

Eurosif. (2010b). European SRI study 2010.

Fung, H.-gay, Law, S. A., & Yau, J. (2010). Socially Responsible Investment in a Global Environment. Edward Elgar Publishing.

Gil-Bazo, J., Ruiz-Verdú, P., & Santos, A. A. P. (2009). The Performance of Socially Responsible Mutual Funds: The Role of Fees and Management Companies. Journal of Business Ethics, 94(2), 243-263. doi:10.1007/s10551-009-0260-4

Guerard Jr, J. B. (1997). Is there a cost to being socially responsible in investing? Journal of Forecasting, 16(7), 475–490.

Jones, S., van der Laan, S., Frost, G., & Loftus, J. (2007). The Investment Performance of Socially Responsible Investment Funds in Australia. Journal of Business Ethics, 80(2), 181-203. doi:10.1007/s10551-007-9412-6

Mill, G. A. (2006). The Financial Performance of a Socially Responsible Investment Over Time and a Possible Link with Corporate Social Responsibility. Journal of Business Ethics, 63(2), 131-148. doi:10.1007/s10551-005-2410-7

Renneboog, L., Ter Horst, J., & Zhang, C. (2008). Socially responsible investments: Institutional aspects, performance, and investor behavior. Journal of Banking & Finance, 32(9), 1723-1742.

Sauer, D. A. (1997). The impact of social-responsibility screens on investment performance: Evidence from the Domini 400 Social Index and Domini Equity Mutual Fund. Review of Financial Economics, 6(2), 137–149.

Sjöström, E. (2008). Shareholder activism for CSR: What do we know? Sustainable Development, 16(3), 141-154.

Social Investment Forum Foundation. (2010). Report on Socially Responsible Investing Trends in the United States.

Sparkes, R., & Cowton, C. J. (2004). The maturing of socially responsible investment: a review of the developing link with corporate social responsibility. Journal of Business Ethics, 52(1), 45-57.

Statman, M. (2000). Socially responsible mutual funds. Financial Analysts Journal, 56(3), 30–39.

UNPRI. (2011a). Principles for Responsible Investment | Signatories. Principles for Responsible Investment | Signatories. Retrieved May 14, 2011, from http://www.unpri.org/signatories/#ao

UNPRI. (2011b). Principles for Responsible Investment. Principles for Responsible Investment. Retrieved March 27, 2011, from http://www.unpri.org/principles/

X-Rates. (n.d.). Monthly Exchange Rate Average (Euro, American Dollar) 2010 - x-rates. Retrieved February 22, 2011, from http://www.x-rates.com/d/EUR/USD/hist2010.html

STRATEGIE PER LA TUTELA DELLA QUALITA' DELL'ARIA NEL BASSO LAZIO

CLAUDIO LENA, LUCIA PIROLLO,
Dipartimento di Impresa Ambiente e Management, Università degli Studi di Cassino
Via S. Angelo, Cassino
e-mail: lena@eco.unicas.it

Riassunto
Lo stato allarmante della qualità dell'aria si riflette sullo stato di salute delle nostre città che si conferma sempre più compromesso. Il presente lavoro analizza, partendo dalla valutazione della qualità dell'aria nelle città del basso Lazio, in particolare della provincia di Frosinone, le politiche ambientali e le strategie di intervento, poste in essere e/o proponibili dagli Enti Locali e dalle altre autorità preposte, per la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento atmosferico.

Introduzione
La qualità dell'aria è tra le criticità ambientali che più preoccupano la popolazione. Se fino a pochi anni fa, infatti, poteva essere considerato un problema circoscritto a grandi centri urbani o produttivi, oggi risulta essere percepito come problema diffuso dagli abitanti di piccoli e grandi centri, per gli alti livelli di inquinanti che si registrano sia nei mesi invernali che estivi.
Come è ormai noto, le emissioni derivanti dalla combustione industriale e quelle che derivano dal trasporto sono le maggiori fonti di inquinamento dell'aria, e tra i principali responsabili del riscaldamento climatico. Insieme queste due fonti di inquinamento atmosferico costituiscono tra il 50% ed il 66% del totale di emissioni di particolato, e sono la causa delle piogge acide e della formazione dell'ozono. Tra le sostanze inquinanti il materiale particolato fine PM_{10}, gli ossidi di azoto (NO_2 in particolare) e l'ozono troposferico O_3, causano problemi ed ogni anno incidono sulla salute di molte persone e sull'ambiente.
La presenza di questi composti all'interno dell'atmosfera è il risultato delle interazioni tra attività naturali ed antropiche presenti sul territorio ed il sistema di trasporto, diffusione e trasformazione chimica a cui tali sostanze saranno soggette una volta in atmosfera. Nella maggior parte dei casi le concentrazioni più elevate si registrano nelle aree urbane in quanto sono presenti particolari condizioni climatiche e geografiche.

La nuova normativa in materia di qualità dell'aria
Negli ultimi anni la normativa ha contribuito a migliorare sensibilmente la qualità dell'aria, basti pensare alle normative sulle emissioni delle centrali elettriche, degli impianti industriali e dei veicoli a motore (le cosiddette norme EURO), anche se si è assistito ad una certa frammentazione nella legiferazione su tale argomento.
La recente emanazione del decreto legislativo n. 155 del 13/8/2010 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", che sostituisce le disposizioni di attuazione della direttiva 2004/107/CE, istituisce un quadro normativo unitario in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente.
Tra le finalità indicate dal decreto, che si configura come un testo unico, vi sono:
- l'individuazione degli obiettivi di qualità dell'aria ambiente volti a evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso;
- la valutazione della qualità dell'aria ambiente sulla base di metodi e criteri comuni su tutto il territorio nazionale;
- la raccolta di informazioni sulla qualità dell'aria ambiente come base per individuare le misure da adottare per contrastare l'inquinamento e gli effetti nocivi dell'inquinamento sulla salute umana e sull'ambiente e per monitorare le tendenze a lungo termine;
- il mantenimento della qualità dell'aria ambiente, laddove buona, e il miglioramento negli altri casi;
- la garanzia di fornire al pubblico corrette informazioni sulla qualità dell'aria ambiente.

Esso riordina completamente la normativa in materia di gestione della tutela della qualità dell'aria per i seguenti inquinanti: biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo, PM_{10}, $PM_{2,5}$, ozono, arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene.

Sostanzialmente il nuovo decreto conferma i limiti precedenti per polveri sottili, ossidi di zolfo e di azoto, ozono, benzene, monossido di carbonio e piombo (*tab. 1 e tab. 2*). La norma recepisce il valore obiettivo per l'ozono di 120 μg/m^3 calcolato come media su 8 ore da non superare più di 25 volte l'anno, previsto dalla direttiva europea sull'ozono. Il termine per l'entrata in vigore di questo valore viene confermato nell'1 gennaio 2010, ma il raggiungimento dell'obiettivo sarà valutato nel 2013.
Altra novità riguarda il recepimento dei valori per il $PM_{2,5}$, che entra così ufficialmente a far parte degli inquinanti da monitorare e controllare per la valutazione della qualità dell'aria e la tutela della salute dei cittadini (le polveri più fini sono, infatti, in generale le più pericolose, in quando a causa delle loro dimensioni penetrano più in profondità nell'apparato respiratorio risultando altamente nocive). Viene introdotto un valore limite annuale di 25 μg/m^3 da raggiungere entro il 1 gennaio 2015 (quindi è una introduzione molto blanda che ancora non prevede misurazioni giornaliere), mentre per la tutela della salute umana si introduce l'indicatore di esposizione media (IEM) dato dalla concentrazione media su tre anni civili, valore che è fissato in 20 μg/m^3 entro il 2015 e in 18 μg/m^3 entro il 2020.
Altro effetto di questo decreto è il riordino delle procedure di zonizzazione del territorio sulla base di agglomerati urbani superiori a 250.000 abitanti; i criteri prevedono, in particolare, che la zonizzazione sia fondata, in via principale, su elementi come la densità emissiva, le caratteristiche orografiche, le caratteristiche meteo-climatiche o il grado di urbanizzazione del territorio.
Viene introdotta la possibilità di utilizzare anche metodi diversi dall'analisi in siti fissi (ovvero di ricorrere a modellizzazione), e l'apertura, anche a soggetti privati, di poter svolgere il monitoraggio dell'aria sul territorio in seguito alla stipula di protocolli.

Tab. 1 - Valori obiettivo e valori limite per la protezione della salute umana (Direttiva 2008/50/CE e Decreto legislativo 155/2010)

Inquinante	Concentrazione	Periodo di mediazione	Date di raggiungimento valore obiettivo o valore limite	Superamenti permessi per anno
$PM_{2,5}$	25 μg/m^3	1 anno civile	valore obiettivo 1.1.2010 valore limite 1.1.2005	-
PM_{10}	50 μg/m^3	24 ore	valore limite 1.1.2005	35
	40 μg/m^3	1 anno civile	valore 1imite 1.1.2005	-
SO_2	350 μg/m^3	1 ora	valore limite 1.1.2005	24
	125 μg/m^3	24 ore	valore limite 1.1.2005	3
NO_2	200 μg/m^3	1 ora	valore limite 1.1.2010	18
	40 μg/m^3	1 anno civile	valore limite 1.1.2010	-
CO	10 mg/ m^3	Media giornaliera su 8 ore	valore limite 1.1.2005	-
Benzene	5 μg/m^3	1 anno civile	valore 1imite 1.2010	-
Ozono	120 μg/m^3	Media giornaliera su 8 ore	valore obiettivo 1.1.2010	25 giorni per anno (media di 3 anni)
Piombo	0,5 μg/m^3	1 anno	valore limite 1.1.2005 *	-

* 1.1.2010 nelle vicinanze di specifiche sorgenti industriali notificate si applica un v. l. di 1,0 μg/m^3 dall'1.1.2005 al 31.12.2009

Tab. 2 - Soglie di allarme ed informazione per biossido di zolfo, biossido di azoto ed ozono

	Soglia di allarme	Periodo di mediazione	Soglia di informazione
NO_2	500 μg/m^3		
SO_2	400 μg/m^3		
0_3	240 μg/m^3	1 ora	180 μg/m^3

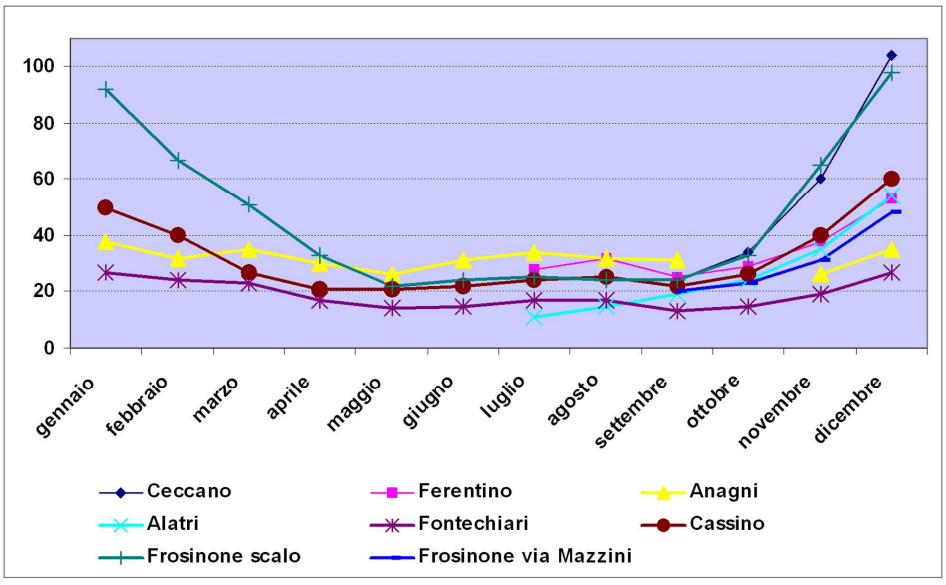
Il decreto introduce l'adozione di piani di azione per la riduzione del rischio di superamento dei valori limite, dei valori obiettivo e delle soglie d'allarme, e si stabiliscono le competenze e le procedure per l'attuazione di misure contro l'inquinamento da traffico veicolare. Vengono inoltre stabilite le modalità per l'attuazione dei piani di qualità dell'aria, indicando le attività che causano il rischio (circolazione dei veicoli a motore, impianti di trattamento dei rifiuti, impianti per i quali è richiesta l'autorizzazione ambientale integrata, determinati tipi di combustibili previsti negli allegati del Decreto, lavori di costruzione, navi all'ormeggio,

attività agricole, riscaldamento domestico), i soggetti competenti (secondo quanto stabilito dal D.Lgs 152/2006) ed il tipo di provvedimento da adottare.
La garanzia di fornire al pubblico corrette informazioni sulla qualità dell'aria è disciplinata dall'articolo 18, soprattutto in caso di superamento della soglia di informazione o delle soglie di allarme.
· Le informazioni relative alla qualità dell'aria
· le decisioni con le quali sono concesse o negate eventuali deroghe
· i piani di qualità dell'aria
· i piani d'azione
· le autorità e organismi competenti per la qualità della valutazione dell'aria
devono essere diffuse in modo adeguato e tempestivo attraverso radio, televisione, stampa, internet o qualsiasi altro opportuno mezzo di comunicazione come radiotelevisione, la stampa, le pubblicazioni, i pannelli informativi, le reti informatiche o altri strumenti di adeguata potenzialità e facile accesso.

La qualità dell'aria nel Basso Lazio

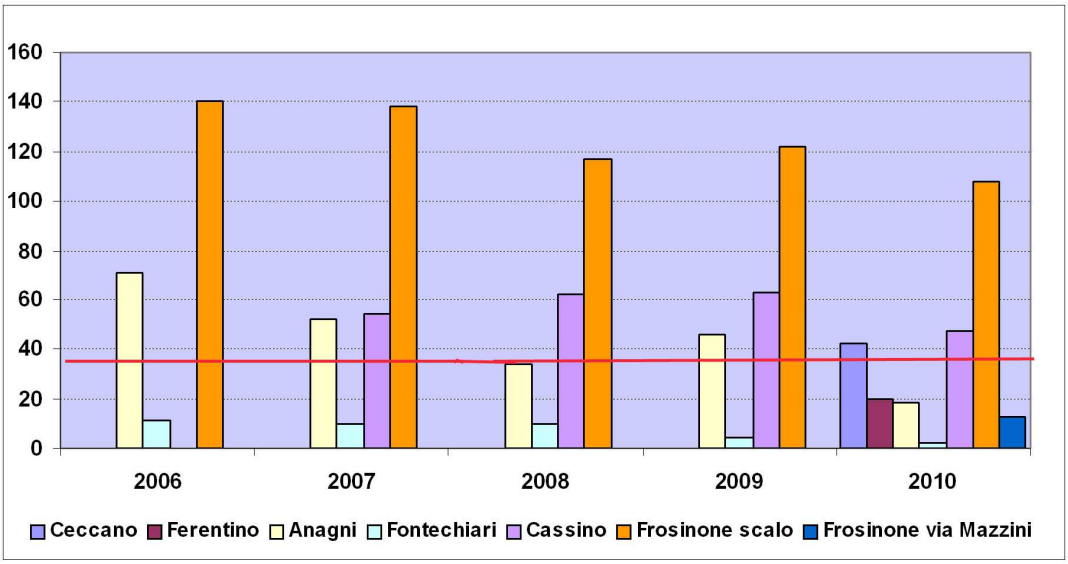
La valutazione della qualità dell'aria è stata effettuata prendendo in considerazione il territorio della provincia di Frosinone e, nello specifico, i centri urbani classificati nelle zone A e B del " Piano di Risanamento della qualità dell'aria" della Regione Lazio approvato con Delibera del Consiglio Regionale n° 66 del 10 dicembre 2009. La zona A comprende l'agglomerato di Frosinone, dove sono state osservate le maggiori criticità sia per l'entità dei superamenti dei limiti di legge per gli inquinanti ambientali sia per la quantità di popolazione esposta; la zona B comprende comuni dove è accertato, sia con misure dirette o per risultato del modello di simulazione, l'effettivo superamento o l'elevato rischio di superamento del limite da parte di almeno un inquinante.
I dati, opportunamente elaborati, provengono dai rilevamenti effettuati dalle centraline di monitoraggio dell'ARPALAZIO relativi all'anno 2010.
Dalla valutazione dello stato di qualità dei centri urbani della provincia analizzati, risulta un diffuso inquinamento con superamenti dei valori limite per la protezione della salute umana previsti dalla normativa. Nel 2010 le criticità maggiori si riconfermano per il particolato fine e per il biossido di azoto.
Il valore medio annuale del PM_{10} si attesta relativamente elevato in tutte le stazioni e supera il valore limite per la protezione della salute umana di 40 $\mu g/m^3$ nella stazione di Frosinone con un valore medio annuo di 47 $\mu g/m^3$ (il peggior valore medio mensile di 98 $\mu g/m^3$ nell'ultimo mese dell'anno), mentre a Cassino, 31,5 $\mu g/m^3$ (il valore peggiore medio di 60 $\mu g/m^3$ a dicembre) si osserva una tendenza al superamento del limite. La stazione di Ceccano, di recente installazione, nel mese di dicembre ha fato registrare un valore superiore a tutte le altre stazioni provinciali: 104 $\mu g/m^3$ *(fig. 1)*.
Considerando il numero dei giorni di superamento nel corso degli anni *(fig. 2)* si evidenzia la situazione decisamente critica e relativamente stabile con un numero di superamenti superiori al doppio consentito (massimo di 35 annuali).

Fig. 1 Andamento per l'anno 2010 del PM_{10}



Fonte: elaborazione su dati Arpalazio

Fig. 2 - Giorni di superamento del valore limite giornaliero del PM_{10} anni 2006-2010

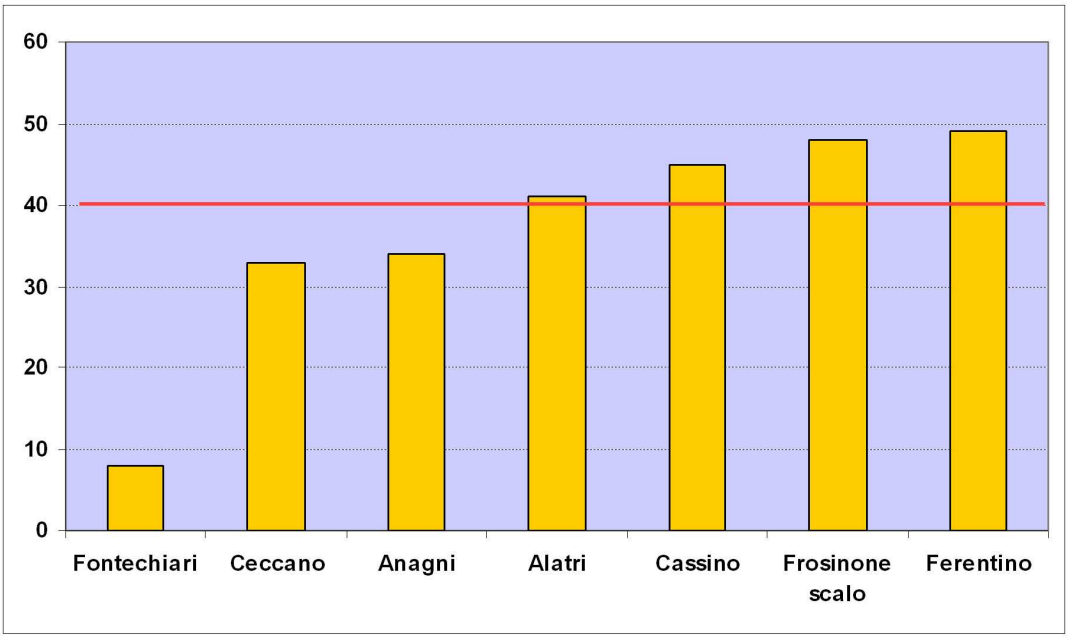


La stazione di Frosinone via Mazzini è attiva da 1 settembre 2010
La stazione di Ceccano è attiva dal 19 agosto
La stazione di Ferentino è attiva dal 24 giugno
La stazione di Alatri è attiva da 2 luglio 2010

Fonte: elaborazione su dati Arpalazio

Relativamente all'NO_2 i valori medi annuali risultano superiori, in quasi tutte le stazioni di misura, al limite previsto dalla normativa, di 40 $\mu g/m^3$, lo scostamento maggiore è stato registrato nella città di Ferentino, con un valore medio annuale di 49 $\mu g/m^3$ ed il peggior valore medio mensile di 60 $\mu g/m^3$ nel primo mese dell'anno; Frosinone, con 48 $\mu g/m^3$ ed il peggior valore medio di 68 $\mu g/m^3$ nel mese di gennaio e Cassino con 45 $\mu g/m^3$ ed il peggior valore medio di 60 $\mu g/m^3$ nel mese di febbraio *(fig. 3)*.

Fig. 3 - Medie annuali NO_2 anno 2010



Fonte: elaborazioni su dati Arpalazio

Politiche ambientali e strategie di intervento

Per capire come mai ancora oggi i livelli di inquinamento in provincia di Frosinone rimangono alti, almeno per alcuni inquinanti più critici, è utile analizzare quali sono le fonti principali di emissioni e da dove arrivano i contributi principali.

A livello nazionale (De Lauretis 2008), secondo i dati provenienti dall'Inventario nazionale delle emissioni redatto da ISPRA, è l'industria che rilascia in atmosfera la quasi totalità degli ossidi di zolfo (il 75,5% del totale), oltre al 31,5% degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e il 25,8% delle polveri sottili (PM_{10}). I trasporti stradali emettono le maggiori quantità di benzene (55%), di monossido di carbonio (43%) e di ossidi di azoto (52%). Ma se consideriamo anche le altre categorie di trasporto (ferroviario, navale, ecc) allora il peso del settore nel complesso arriva a coprire il 70% delle emissioni di NOx, il 71% del benzene e il 52% del monossido di carbonio (CO).

A livello provinciale (Lena C., Pirollo L., 2010), per le emissioni di PM_{10} primario il "Trasporto su strada" costituisce la principale sorgente emissiva: il contributo apportato supera il 34% del totale; se al trasporto su gomma si aggiunge la quota di emissioni attribuibili alle altre tipologie di trasporto (25%) si arriva quasi al 60%; la parte di PM_{10} prodotta dal riscaldamento civile rappresenta invece il 15% circa del totale, mentre il settore industriale incide quasi per il 10%. Studi di caratterizzazione delle polveri sottili, effettuati dal CNR su commissione del Comune di Frosinone, hanno evidenziato che il traffico autoveicolare rappresenta la componente principale dell'inquinamento nel centro urbano, mentre le componenti secondarie del PM_{10}, misurate in siti fuori dal centro urbano, indicano un'influenza delle sorgenti industriali presenti nell'area. Ma ciò che rappresenta l'effettiva novità, e dunque un valore aggiunto alla stima delle emissioni di particolato, è dato da quell'insieme di attività descritto nel suo complesso come "altro PM_{10}", altre sorgenti ed assorbimenti"; sotto questa dicitura sono state raccolte le emissioni di PM_{10} non considerate all'interno dell'inventario nazionale ma la cui esistenza è stata ormai acclarata da numerosi studi (CNEIA 2006). Queste emissioni, prodotte da movimentazione di materie prime, attività di cantiere, BBQ, fumo di sigaretta e fuochi artificiali, rappresentano nel complesso più o meno il 5% delle emissioni totali di PM_{10}.

Anche per le emissioni del $PM_{2,5}$ primario, il "trasporto su strada" costituisce la principale sorgente emissiva: il contributo apportato supera il 33% del totale (se al trasporto su gomma si aggiunge la quota di emissioni attribuibili alle altre tipologie di trasporto (26%) si arriva al 61%; inferiore è invece la quota proveniente dall'industria, mentre la parte di $PM_{2,5}$ prodotta dal riscaldamento civile rappresenta lo stesso una quota del 15% circa del totale. La distribuzione degli ossidi di azoto mette in evidenza i contributi emissivi molto elevati del macrosettore relativo al "trasporto su strada": il traffico veicolare è il maggior responsabile delle emissioni in atmosfera con il 51%. Altri settori di un certo interesse per quanto riguarda le emissioni diffuse di ossidi di azoto sono, in primo luogo, gli "Altri trasporti" che assumono importanza pari al 31%. Al suo interno il settore più importante è senza dubbio quello legato ai macchinari utilizzati in campo agricolo (quasi ovunque intorno al 60-70% rispetto al totale). Sommando le due fonti si arriva all'82% del totale. Segue l'industria con l'11% delle emissioni, mentre la terza fonte per importanza di emissioni diffuse di ossidi di azoto è data dalle attività di combustione non industriali, il riscaldamento domestico, oltrepassando il 6%. Le emissioni di ossidi di zolfo risultano determinate quasi esclusivamente dal settore "Industria" e "riscaldamento e produzione di calore"; gli apporti principali sono legati alle attività industriali (di combustione e/o di produzione) mentre in secondo luogo c'è il contributo relativo al trasporto su strada ed infine il macrosettore altre sorgenti mobili.

Per quanto riguarda la stima delle emissioni del monossido di carbonio i trasporti stradali emettono il 67% del CO presente in atmosfera, mentre la seconda fonte di emissione è costituita dal riscaldamento con il 14% del totale, seguito dal settore "Altri trasporti" con il 9%. Per il benzene il settore che contribuisce maggiormente alle emissioni risulta il "Trasporto su strada" con il 58%, una quota rilevante (28%) è ascrivibile al settore aggregato "altro benzene". Nel caso dell'ammoniaca, i contributi maggiori sono dati dai settori "Agricoltura e allevamento" con il 92% e "Trasporti su strada" con il 5,7%. Le emissioni relative ai composti organici volatili non metanici sono essenzialmente emissioni dovute all'uso dei solventi, contenute nel settore aggregato "Altro" corrispondenti al 40% circa e, in misura minore, al traffico veicolare (24%) ed al riscaldamento (16%).

Le misure attualmente in essere nella Provincia sono riferibili solo ad azioni restrittive scaturite dal già citato Piano di Risanamento della Regione che, oltre all'obbligo del bollino blu per tutto il territorio laziale e provvedimenti per la riduzione delle emissioni di impianti di combustione ad uso civile ed industriale e di emissioni diffuse, prevedono per la città di Frosinone (zona A) al pari di Roma, in caso di superamento del valore limite per il PM_{10} e l'NO_2, il fermo del traffico a cadenza predefinita, le "domeniche ecologiche" e la limitazione alla circolazione di autoveicoli privati con un numero di passeggeri a bordo inferiore a tre, la

limitazione alla circolazione dei motocicli e motoveicoli di vecchia generazione ed il controllo della circolazione dei mezzi di trasporto merci.
Le azioni prioritarie di intervento per migliorare la qualità dell'aria devono riguardare i tre settori più significativi per l'apporto emissivo: mobilità e trasporto, riscaldamento ambientale e attività produttive.
Le politiche applicabili al settore del riscaldamento degli ambienti per la riduzione delle emissioni devono essere rivolte al controllo delle temperature all'interno degli edifici; a favorire l'utilizzo di combustibili a basso impatto ambientale e l'uso di fonti energetiche rinnovabili; a migliorare l'efficienza energetica complessiva dei sistemi di climatizzazione degli ambienti, dei sistemi distributivi e di regolazione; a favorire l'utilizzo di generatori di calore innovativi caratterizzati da basse emissioni di ossidi di azoto e di particolato ed ad alta efficienza energetica.
Le azioni prioritarie di intervento nel settore industriale devono essere indirizzate alla gestione del rilascio delle autorizzazioni per le attività produttive: le autorità competenti al rilascio (le amministrazioni statali e quelle regionali) devono scrupolosamente verificare la rispondenza delle materie prime, dei cicli di lavorazione, dei sistemi di contenimento delle emissioni al criterio delle migliori tecnologie disponibili che consentano di ridurre quanto più possibile le emissioni inquinanti e inserire meccanismi di revisione dei limiti stabiliti nelle autorizzazioni adeguati all'avanzamento tecnologico di ogni specifico settore o processo di lavorazione *(tab. 3)*.

Tab. 3 – Misure da adottare nel settore attività ed impianti

Impianti industriali	Applicazioni di prescrizioni e/o limiti alle emissioni più restrittivi, di quelli fissati dalla norma, in sede di rilascio delle autorizzazioni alle emissioni in atmosfera
Impianti di produzione di energia	Applicazione di prescrizioni e/o limiti alle emissioni più restrittivi, di quelli fissati dalla norma, in sede di rilascio delle autorizzazioni alle emissioni in atmosfera
	Incentivi per la produzione di energia da fonti rinnovabili
	Installazione di impianti di generazione combinata di energia elettrica e calore Cogenerazione
	Realizzazione di impianti e reti di teleriscaldamento per la riduzione di inquinanti in atmosfera e per il risparmio energetico
Impianti artigianali	Diffusione di tecnologie innovative orientate al risparmio di energia e materie prime
	Uso di materie prime meno inquinanti

I punti prioritari su cui attuare una trasformazione dell'attuale modalità di trasporto nei centri urbani possono essere così riassunti:
- la leva economica può essere senz'altro utile allo scopo per disincentivare l'uso delle quattro ruote e contemporaneamente trovare nuovi canali di finanziamento del trasporto pubblico locale, sul modello delle zone a traffico limitato. Interventi in questo senso possono essere ad esempio l'attivazione del road pricing definendo criteri uniformi per le politiche tariffarie per l'accesso ai centri delle città, magari seguendo il modello dell'Ecopass milanese, o la tariffazione della sosta;
- investire risorse finanziarie in un programma strutturale per rendere più efficiente e meno inquinante la flotta del TPL, puntando alla sostituzione dei veicoli più inquinanti (Euro 0 e Euro 1) con flotte ecologiche. L'assegnazione di risorse supplementari alle aziende di TPL deve essere finalizzata al raggiungimento di standard predeterminati legati all'estensione del centro urbano e al numero di abitanti (aumento numero passeggeri, frequenza e puntualità delle corse, ecc.). Aumentare l'estensione delle corsie preferenziali del TPL e migliorare l'offerta di km percorsi;
- finanziare il potenziamento e la realizzazione di parcheggi di scambio e residenziali non su strada;
- predisporre provvedimenti che limitano la circolazione veicolare, con particolare riferimento ai seguenti aspetti: individuazione delle tipologie di veicoli per i quali è permessa la circolazione in relazione alle dotazioni di nuove tecnologie disponibili (ad es. filtri antiparticolato, motori Euro 5, ecc.); individuazione di alternative di trasporto che assicurino l'accessibilità dei cittadini ai servizi della città; definizione di una segnaletica uniforme dedicata alle zone sottoposte a limitazione; definizione di metodologie di valutazione

dell'efficacia ambientale con analisi "prima - dopo", che misurino oggettivamente i risultati dei provvedimenti, le cui risultanze siano comunicate ai cittadini.
- incentivare la diffusione di sistemi razionali di sosta a pagamento, con tariffe differenziate per zona e orario;
- ridurre gli spazi a disposizione dell'auto privata: per disincentivare il trasporto privato e promuovere il trasporto pubblico sono indispensabili misure tese a ridurre gli spazi a disposizione dell'auto privata, estendendo le zone a traffico limitato, realizzando un sistema di isole pedonali diffuso su tutto il territorio comunale (una per ogni quartiere) e valorizzando l'uso di sistemi di mobilità davvero sostenibili a partire dalle biciclette;
- realizzare vie verdi (strade dove vietare la sosta e la fermata) lungo le arterie di maggior traffico interne ai centri urbani al fine di fluidificare la circolazione, prevedendo alternative per la sosta;
- creare un'alternativa di trasporto diversificata e competitiva: oggi esistono tutta una serie di soluzioni che permettono di aumentare la diffusione dell'uso del trasporto pubblico nelle aree urbane attraverso un'adeguata diversificazione dei servizi offerti.
- promuovere meccanismi di incentivazione per il car - sharing, il servizio di auto in multiproprietà (Mussi E. 2009) già operativo in molte città, e il car-pooling l'utilizzo dell'auto in almeno tre persone, o il bikesharing, che oggi mette a disposizione la bicicletta per muoversi soprattutto all'interno dei centri storici;
- formare ed educare il cittadino ad un uso responsabile del mezzo privato in ambito urbano, riducendo gli spostamenti con l'automobile se non strettamente necessari, e promuovendo corsi di guida ecologica.
- aumentare i percorsi in sede protetta con più corsie preferenziali: un intervento importante per ottenere una forte valorizzazione della qualità del trasporto collettivo, così come un tangibile aumento della sua concorrenzialità rispetto al trasporto privato;
- auto, bici, bus e treno non più separati in casa: oltre al potenziamento delle reti ferroviarie suburbane e regionali, l'incentivazione all'uso del trasporto pubblico richiede nell'immediato la diffusione di nodi di corrispondenza adeguatamente attrezzati che consentano l'impiego combinato di mezzi pubblici e mezzi privati non inquinanti.

Tab. 4 - Tipologie di intervento nel settore trasporti/mobilità

a	Promozione e diffusione di mezzi di trasporto pubblico a basso impatto ambientale
b	Incentivi per l'utilizzo dei trasporti pubblici
c	Promozione e diffusione di mezzi di trasporto privato a basso impatto ambientale
d	Interventi di limitazione alla circolazione veicolare
e	Promozione e diffusione di mezzi di trasporto merci a basso impatto ambientale
f	Regolamentazione della distribuzione delle merci
g	Redazione dei Piani Urbani della Mobilità (PUM) o del Traffico (PUT)
h	Misure di carattere strutturale per la mobilità
i	Interventi in favore della mobilità alternativa
l	Realizzazione di sistemi telematici di supporto della mobilità sostenibile
m	Interventi di moderazione della velocità e fluidificazione del traffico
n	Controllo dei gas di scarico – Bollino blu

Conclusioni

Le strategie da mettere in atto per limitare l'emissione di inquinanti nell'aria si devono fondare su adeguate misure tecnologiche, organizzative, infrastrutturali e fiscali e su azioni strutturali con effetti permanenti e misurabili. Tali misure ed azioni devono tendere ad evitare la logica dell'estemporaneità ed episodicità degli interventi e ad agire a 360° su tutte le fonti inquinanti. Gli stessi singoli interventi applicati senza curarne i sincronismi e le sinergie risulterebbero quasi sempre inefficaci. Viceversa la loro integrazione potrebbe portare a risultati in un arco temporale relativamente breve. Nessun intervento da solo è risolutore ma solo un'ampia varietà di misure possono determinare un miglioramento della qualità dell'aria.
Per la realizzazione di tutto ciò un ruolo fondamentale dovrà essere esercitato dalla comunicazione: i cittadini devono essere adeguatamente informati e sensibilizzati, devono essere coinvolti e resi partecipi dei

problemi dell'inquinamento, consapevoli della necessità di attuare cambiamenti comportamentali e abitudinari.
L'informazione ambientale è diventata uno dei nodi strategici per la diffusione e lo sviluppo della governance ambientale. Per far fronte in maniera efficace a queste problematiche, soprattutto a livello locale e perseguire uno sviluppo economico e sociale sostenibile, in grado di preservare l'ambiente in cui viviamo e garantirlo alle generazioni future, i governi e le amministrazioni, ai diversi livelli, devono informare e coinvolgere la collettività nelle decisioni che investono il territorio e la qualità della vita.
L'altro elemento centrale riguarda il ruolo delle amministrazioni pubbliche: il crescente divario tra le *performances* della P.A. e le aspettative dei cittadini, richiede, in particolare sui temi ambientali, l'adozione di approcci differenti, caratterizzati, come già sottolineato, dalla capacità di apertura e di *accountability*, cioè di rendere conto. La realizzazione di attività di reporting assume quindi un ruolo strategico, l'informazione aumenta la trasparenza dell'amministrazione e le conferisce maggiori responsabilità, ma soprattutto, supporta e migliora la qualità dei processi decisionali.

Bibliografia

D'Elia I., Bencardino M. , Ciancarella L., Contaldi M., Vialetto G., "Technical and Non-Technical Measures for air pollution emission reduction: The integrated assessment of the regional Air Quality Management Plans through the Italian national model", Atmospheric Environment 43, 6182–6189, 2009
CNEIA Commissione Nazionale Emergenza Inquinamento Atmosferico, "Relazione conclusiva", Roma, 2006
De Lauretis R., "Inventario delle emissioni nazionali e inventari locali", workshop, Roma, 12 febbraio 2008
D. Lgs. 13 agosto 2010, n. 155 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", GU n. 216 del 15-9-2010, Suppl. Ordinario n. 217
D. M. Ambiente 27/03/1998, "Misure di risanamento sulla qualità dell'aria"
D. M. Ambiente 21/12/2000, "Programmi radicali per la mobilità sostenibile"
D. M. Trasporti 29/03/2007, "Contributi alle Regioni per parco veicolare"
Euromobility, " La mobilità sostenibile In Italia. Indagine sulle principali 50 città", Roma, 2009
ISPRA, "VI Rapporto Ambiente Urbano 2009", Roma, 2010
ISTAT, Indicatori Ambientali Urbani 2009, Roma
ISPRA, Inventario Nazionale delle emissioni in atmosfera, Roma, 2010
ISPRA "Analisi dei piani per la qualità dell'aria", Rapporto 126, Roma, 2010
Legge n°340/2000, art.22, "Piano Urbano di Mobilità"
Leggi n°403 del 25/11/97 "Incentivi per la diffusione di veicoli a basso impatto ambientale"
Lena C., Pirollo L., "Qualità dell'aria e politiche ambientali in provincia di Frosinone", Franco Angeli Ed., Milano, 2010
Mussi E., "Scenari di mobilità urbana e ruolo del car-sharing", IV forum car sharing, Roma, 7 aprile 2009
www.arpalazio.it
Zampetti G., Valentini V, Sciarra D., "Mal'aria di città 2011" Legambiente, Roma, 2011

Summary
STRATEGIES FOR THE PROTECTION OF THE QUALITY IN THE AIR LOW LAZIO

The alarming state of the air quality is reflected on the health of our city that increasingly confirms compromise. This paper analyzes, based on the evaluation of air quality in cities of southern Lazio, in particular the province of Frosinone, environmental policies and intervention strategies put in place or be proposed by local authorities and other authorities responsible for preventing and reducing air pollution.

GESTIONE DEI FANGHI DI DEPURAZIONE: ANALISI TECNICO-ECONOMICA DEL TRATTAMENTO IN CONSORZIO, UN CASO STUDIO

CLAUDIO LENA*, LUCIA PIROLLO*, CLAUDIA LENA**
*Dipartimento di Impresa Ambiente e Management, Università degli Studi di Cassino
Via S. Angelo, Cassino
**Dottore in Ingegneria dell'ambiente e del territorio
e-mail: lena@eco.unicas.it

Riassunto
Gli impianti depurativi delle acque reflue urbane producono, oltre alle acque depurate, quantitativi notevoli di fanghi che per essere smaltiti necessitano di elevati costi anche alla luce delle maggiori restrizioni apportate dal D.Lgs. 205/2010 che recepisce la Direttiva 2008/98/CE.
Con il presente studio si vogliono individuare e quantificare i vantaggi, sia dal punto di vista tecnico che economico, che gli Enti Locali avrebbero nell'utilizzare un impianto di trattamento centralizzato.

Introduzione
La problematica del trattamento e smaltimento dei fanghi prodotti dai processi di depurazione delle acque reflue urbane assume sempre più importanza sia a livello nazionale che internazionale. Nella Comunità Europea la progressiva attuazione della Direttiva 91/271/CEE con il D. Lgs. 152/99, il D. Lgs. 152/06, concernente il trattamento delle acque reflue urbane ha comportato un costante aumento dei quantitativi di fanghi originati dai processi di depurazione.
Si stima che in Italia la depurazione delle sole acque reflue civili possa portare annualmente alla produzione di circa 1,2 milioni di tonnellate, in sostanza secca, di fanghi biologici (Neri M. 2010).
Tale dato si accorda con quanto calcolato dalla Commissione Europea, che valuta in 58 g di sostanza secca/giorno la produzione di fango per ogni abitante (Collivignanelli C. 2009).
Nella tab. 1 sono riportati i quantitativi pro capite di fanghi che giornalmente vengono prodotti in un impianto di depurazione (Malpei F. 2008).
I fanghi, in quanto rifiuti, sono soggetti alla normativa specifica relativa ai rifiuti: il D.Lgs. 152/06 e la nuova direttiva 2008/98/CE, recepita solo recentemente in Italia con il D.Lgs 205/2010.
Pertanto, per l'individuazione dei fanghi di depurazione utilizzabili in relazione ai loro contenuti di sostanze pericolose, se questi provengono da un impianto di depurazione la cui attività è esclusivamente quella di depurare acque reflue, vengono classificati pericolosi se contengono sostanze pericolose o non pericolosi se non contengono sostanze pericolose (fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane o prodotti dal trattamento biologico delle acque reflue industriali contenenti sostanze pericolose, sono fanghi prodotti dal trattamenti biologico delle acque reflue industriali).
Scopo della nuova direttiva europea è lo sviluppo di una società del riutilizzo/recupero, che cerca di evitare la produzione di rifiuti e di utilizzarli come risorse.
La prevenzione e il recupero dei rifiuti, e quindi dei fanghi, si deve considerare in rapporto alla protezione del suolo e ai provvedimenti per mitigare gli effetti dei cambiamenti climatici. Il suolo è parte tanto del problema, quanto della soluzione nella questione dei cambiamenti climatici. L'orientamento generale è quello di determinare l'applicazione di procedure di gestione dei flussi di materiali per minimizzare il ricorso allo smaltimento, da intendersi come ultima soluzione perseguibile.
Nell'articolato sono introdotte nuove definizioni, tra le quali quella di recupero, da intendere come «qualsiasi operazione il cui principale risultato sia di permettere ai rifiuti di svolgere un ruolo utile sostituendo altri materiali›› che la nuova direttiva europea sull'utilizzo dei fanghi di depurazione in agricoltura, in sostituzione della direttiva 86/278/CEE in vigore da oltre 20 anni, era attesa già una decina di anni fa. Sebbene nel 2000 su iniziativa della Commissione europea sia stata resa pubblica la terza bozza di un «documento di lavoro » sui fanghi (Working document on sludge, 3rd draft), contenente le linee di sviluppo di una nuova norma comunitaria. Recentemente, però, la Commissione europea ha avviato uno studio per mettere a sistema le informazioni a oggi disponibili sugli impatti ambientali, economici, sociali e sulla salute dovuti alle attuali pratiche di utilizzo agricolo dei fanghi. Lo studio valuterà inoltre i rischi e le opportunità

per gli anni a venire, identificando possibili opzioni di sviluppo delle politiche europee e definendo per ognuna costi e benefici. L'allegato II riporta un elenco non esaustivo di operazioni di recupero; quello dei fanghi di depurazione viene ribadito come "Trattamento in ambiente terrestre a beneficio dell'agricoltura".
Tra le strategie che sono parte integrante del nuovo approccio europeo all'elaborazione delle politiche in materia di ambiente, quella sulla prevenzione e recupero dei rifiuti, e quindi dei fanghi, è considerata non solo in rapporto alla protezione del suolo ma anche ai provvedimenti volti a mitigare gli effetti dei cambiamenti climatici.

Tab. 1 - Quantitativi pro capite di fanghi prodotti giornalmente in impianti di depurazione per liquami domestici (valutazioni basate su un apporto di BOD di 60 g/ab/giorno)

Tipo di impianto	Fango secco (kg/ab x giorno)	Umidità *	Volume l/ab x giorno)
Sedimentazione primaria	54	93-96 (95)	1,8
Impianti a fanghi attivi con sedimentazione primaria			
- fango attivo di supero (C_f= 0,20)	30	98,5-99 (99)	3
- fango misto primario e di supero (C_f= 0,20)	84	96-97 (96)	2,1
- fango attivo di supero (C_f= 0,30)	34	98,5-99 (99)	3,4
- fango misto primario di supero (C_f= 0,30)	88	96-97 (96)	2,2
Impianti a fanghi attivi senza sedimentazione primaria			
- fanghi di supero di ossidazione (C_f= 0,10)	30	98,5-99 (99)	3
- fango attivo di supero (C_f = 0,20)	45	98,5-99 (99)	4,5
- fango attivo di supero (C_f= 0,30)	49	98,5-99 (99)	4,9

* È riportato l'intervallo di variazione ed il valore (tra parentesi) da assumersi in assenza di determinazioni dirette. Per il calcolo del volume umido si è assunto γ_f = 1 kg/dm^3

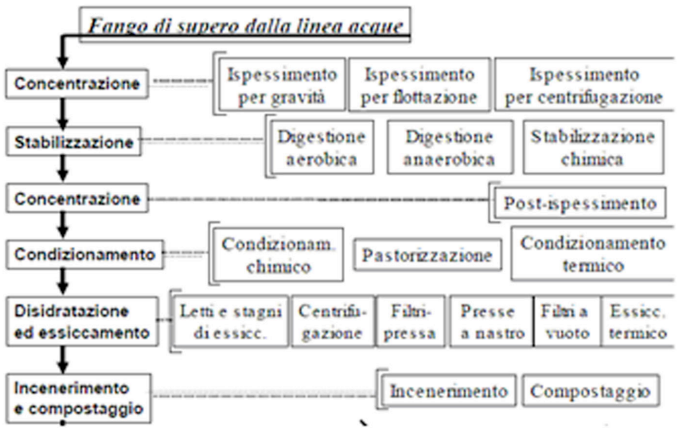
Tecnologie e tipologie di trattamento dei fanghi
L'obiettivo primario del trattamento dei fanghi è quello di stabilizzare le sostanze organiche in modo da rendere minimo il costo del relativo smaltimento finale senza creare problemi all'ambiente. I processi di trattamento dei fanghi sono di tipo chimico, biologico e fisico/termico e possono essere suddivisi in due grandi categorie:

- i processi di separazione che hanno lo scopo di allontanare parte della frazione liquida dalla frazione solida dei fanghi;
- i processi di conversione che hanno lo scopo di modificare le caratteristiche di fanghi per facilitarne i trattamenti successivi.

I trattamenti utilizzati comunemente possono appartenere o ad una sola delle due categorie (es. condizionamento) o ad entrambe contemporaneamente (es. incenerimento).
I principali trattamenti dei fanghi sono:

- Ispessimento
- Condizionamento
- Stabilizzazione biologica (digestione aerobica, digestione anaerobica)
- Disidratazione (per essiccamento naturale su letti drenanti; per centrifugazione; per filtrazione meccanica -filtropressatura, nastro pressatura-).

Fig. 1 – Linea di trattamento fanghi in impianti di depurazione

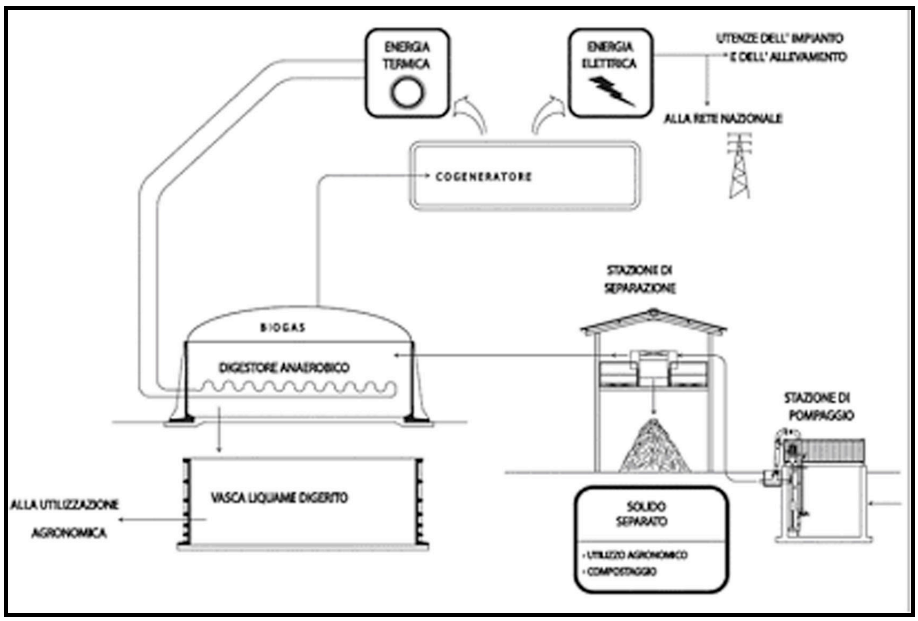


Di norma alla linea fanghi arrivano fanghi combinati primari e secondari. I fanghi primari (costituiti da sostanza organica fresca che si separa dal liquame grezzo senza aver subito alcun trattamento, i cosiddetti fanghi granulosi) contengono una quantità di solidi pari al 4% (96% di umidità), questi sono più rapidamente degradabili anaerobicamente e producono più biogas; mentre i fanghi secondari sono fanghi fioccosi, hanno una percentuale di solidi più bassa di quella dei fanghi primari, con valore tipico pari a 1% (99% di umidità), ma più ricchi in tenore di azoto e fosforo. Questa umidità deve essere rimossa dal fango per consentire il suo smaltimento finale senza danni ambientali e con minor costo possibile.
L'ispessimento, appunto, viene utilizzato per concentrare i fanghi e ridurre i volumi richiesti per i trattamenti previsti a valle ed ha la funzione di eliminare in grande quantità l'acqua contenuta nei fanghi provenienti dalla sedimentazione primaria. La fase ulteriore è la digestione o stabilizzazione che consiste in un insieme di processi metabolici attraverso i quali il contenuto organico putrescibile dei fanghi, provenienti dalle vasche di sedimentazione primaria e secondaria, viene trasformato in sostanze più semplici. La digestione, attuata all'interno di particolari strutture, i digestori, può essere di tue tipi:

- anaerobica;
- aerobica.

Il fango proveniente dai processi di digestione ha caratteristiche tali che è possibile il suo smaltimento per lagunaggio o per spandimento sul terreno. Questi metodi di smaltimento richiedono però di poter disporre di grandi estensioni di terreno e necessitano di controlli accurati, per evitare fenomeni di inquinamento ambientale. Questo tipo di smaltimento è meglio adatto per piccoli impianti e quando non è necessario trasportare il fango stesso in località lontane dal luogo di produzione. Per grossi impianti di trattamento è consigliabile invece sottoporre i fanghi a processi di disidratazione (preceduto da un condizionamento se la disidratazione è di tipo meccanico) o di essiccamento, seguiti se necessario da un processo di incenerimento.

Fig. 2- Schema di digestione anaerobica



Il condizionamento si utilizza nel caso di disidratazione meccanica e serve a migliorare le caratteristiche di filtrabilità dei fanghi e migliorare l'efficienza dei trattamenti di disidratazione previsti a valle.
Un ulteriore trattamento di disidratazione dei fanghi digeriti può essere il trattamento termico: essiccamento ed incenerimento; quest'ultimo, pur essendo un procedimento di disidratazione, spesso è utilizzato per lo smaltimento dei fanghi.
Uno schema di linea fanghi di un depuratore può essere costituita dalle seguenti sequenze di operazioni: i fanghi primari provenienti dalla sedimentazione primaria e quelli secondari prelevati dai sedimentatori secondari vengono omogeneizzati al fine di rendere omogenea la loro composizione prima di inviarli ai trattamenti successivi. Questo mescolamento può essere effettuato in diversi modi come ad esempio mediante idonei recipienti nei quali fanghi vengono mescolati mediante mezzi meccanici o per insufflazione di aria. Per ridurre il tenore di acqua i fanghi omogeneizzati vengono sottoposti ad un pre-ispessimento prima

di subire una stabilizzazione anaerobica o aerobica mediante digestione al fine di abbattere la carica microbica dei fanghi. I fanghi digeriti subiscono un post ispessimento per ridurre ulteriormente l'umidità e successivamente un condizionamento per aumentare la disidratabilità nel caso di disidratazione meccanica. Il liquido originato dal ciclo di trattamenti di riduzione del contenuto di acqua viene reimmesso nella linea acque per essere ulteriormente trattato. I fanghi disidratati sono pronti per lo smaltimento.
Le modalità di smaltimento/utilizzo dei fanghi più frequenti sono:

- deposito sul suolo o nel suolo (smaltimento in discarica per rifiuti): ▪ pericolosi se i fanghi contengono sostanze pericolose, intendendo come tale qualsiasi sostanza classificata come pericolosa ai sensi della direttiva 67/548/CEE (La discarica deve essere autorizzata a ricevere le specifiche sostanze pericolose contenute nel fango); ▪ non pericolosi se i fanghi non contengono sostanze pericolose;
- trattamento biologico non specificato;
- riciclo/recupero delle sostanze organiche non utilizzate come solventi (comprese le operazioni di compostaggio e altre trasformazioni biologiche;
- riciclo/recupero di altre sostanze inorganiche (l'inserimento nella produzione di laterizi, asfalti, calcestruzzi
- spandimento sul suolo a beneficio dell'agricoltura o dell'ecologia (tal quali o previo compostaggio)
- incenerimento a terra da soli o il co-incenerimento con i rifiuti.

Il riutilizzo agronomico dei fanghi diretto o previo compostaggio, è una valida soluzione al problema dello smaltimento dei fanghi di depurazione e assume notevole interesse per l'efficacia agronomica ed economica in quanto sostituisce, in tutto o in parte, la concimazione chimica o altri tipi di concimazione organica. Per evitare qualsiasi situazione di rischio per l'ambiente e la salute della popolazione deve essere correttamente praticato nel pieno rispetto della normativa in particolare per quanto riguarda l'effettuazione dei controlli sui suoli e sui fanghi.
In Italia i fanghi sono considerati, in generale, un rifiuto e il loro prevalente destino è lo smaltimento in discarica (46%); in parte vengono riutilizzati in agricoltura (36%), mentre basse sono le quote per il compostaggio (15%) e l'incenerimento (3%) (Collivignanelli C. 2009).
Ma i cambiamenti delle condizioni al contorno: i quantitativi sempre maggiori prodotti in conseguenza del numero crescente di impianti di depurazione, le normative più restrittive sullo smaltimento in discarica, costringono a considerare con sempre maggiore attenzione le possibilità di riutilizzo dei fanghi e l'impiego delle nuove tecnologie di depurazione che consentono di ridurne la produzione.

Analisi costi-benefici della realizzazione di un impianto di trattamento dei fanghi centralizzato nell'area del Cassinate

Negli impianti di depurazione delle acque sono presenti le linee di trattamento dei fanghi, quasi sempre consistenti nella stabilizzazione aerobica degli stessi e nella successiva disidratazione meccanica.
Come già accennato, la maggior parte di questi vengono ancora smaltiti in discarica, con il relativo costo di conferimento, per cui le amministrazioni Comunali o i loro gestori debbono far fronte al costo di smaltimento dei fanghi disidratati.
Se il trattamento fosse affrontato unitariamente per più comuni da un unico soggetto gestore, l'impianto di trattamento equivarrebbe ad uno per un comune di più grande entità ed i comuni interessati o il gestore unico dell'ATO di appartenenza potrebbe avere il vantaggio di dover affrontare spese minori e la possibilità di adottare tecniche innovative di impossibile esecuzione negli impianti minori.
Infatti, i costi medi attuali, quantificabili in € 125.000 per abitante servito, richiedono una spesa non inferiore a € 6.365.750, riferibile solo al mantenimento delle caratteristiche attuali dei vari impianti, escludendo ogni miglioramento necessario dettato dagli obblighi di legge, come per esempio l'adozione del sistema nitro/denitro per eliminare i composti dell'azoto.

Esame dell'area del Cassinate

Per quantificare meglio possibilità, costi e ritorni economici, si è fatto riferimento ad uno schema applicativo che riguarda trentacinque Comuni del Lazio Meridionale gravitanti su Cassino.
Per una vita economica dell'impianto di trattamento fissata in 40 anni, si esaminano le popolazioni residenti di questi comuni ai vari censimenti per estrapolare la crescita demografica futura. Utilizzando opportune relazioni statistiche (De Sandre, P. 1974) l'andamento demografico globale rilevato nel 2031 risulterebbe di 147.800 abitanti.

Occorre poi valutare l'entità della popolazione fluttuante, comprensiva di quella di transito giornaliero e di quella turistica, che può farsi con riferimento ai dati Istat relativi alle abitazioni non occupate permanentemente.
Il rapporto tra le abitazioni occupate permanentemente e quelle non occupate è del 19% ed offre un indice per meglio definire l'entità della popolazione fluttuante che ammonterebbe a circa 25 mila unità.
Quindi, in sintesi, l'entità della popolazione attuale dell'Area Cassinate è quantificabile in 151.400 abitanti provenienti da:

- popolazione residente (dati Istat) 126.243
- popolazione fluttuante (dati Istat) 24.939

Tab. 2 - Caratteristiche demografiche dell'area del Cassinate

Comune	Popolazione residente	Abitazioni occupate dai residenti	Altre abitazioni
Acqua fondata	316	143	279
Aquino	5.337	1.851	205
Atina	4.481	1.545	820
Ausonia	2.563	896	368
Belmonte Castello	765	273	127
Casalattico	675	237	216
Cassino	32.762	13.043	1.290
Castelnuovo Parano	876	325	71
Castrocielo	3.750	1.188	302
Cervaro	7.022	2.523	618
Colle S. Magno	819	307	223
Coreno Ausonio	1.738	641	140
Esperia	4.131	1.543	344
Gallinaro	1.221	527	220
Picinisco	1.206	426	655
Pico	3.123	1.014	203
Piedimonte S.Germano	4.481	1.512	38
Pignataro Interamna	2.447	951	92
Pontecorvo	13.280	4.448	768
Roccasecca	7.442	2.583	261
S. Ambrogio sul Garigliano	984	344	86
S. Andrea sul Garigliano	1.589	580	81
S. Apollinare	1.950	692	215
S.Biagio Saracinisco	365	161	217
S.Donato Val di Comino	2.192	939	793
S. Giorgio a Liri	3.067	1.042	209
S.Elia Fiumerapido	6.326	2.245	342
S. Vittore del Lazio	2.674	867	161
Settefrati	855	322	206
Terelle	603	278	142
Vallemaio	1.052	367	159
Vallerotonda	1.854	805	893
Villa Latina	1.247	455	274
Villa S.Lucia	2.622	986	182
Viticuso	428	194	154
Totali	**126.243**	**46.252**	**11.354**

Fonte: elaborazione su dati ISTAT

Quanto alla popolazione futura, se la popolazione fluttuante dovesse restare nella percentuale attuale di quella residente si avrebbe per il 2031 un totale di 176.945 abitanti provenienti da:

- popolazione futura residente valutata statisticamente 147.824 abitanti
- popolazione fluttuante 29.121 unità

Dimensionamento dell'impianto centralizzato
L'impianto centralizzato di trattamento dei fanghi deve essere sufficiente fino al 2031, e pertanto deve poter trattare i fanghi provenienti da una popolazione residente di 177.000 abitanti.
Dato che tutti gli impianti esistenti nel comprensorio considerato sono del tipo a fanghi attivi tradizionale, la produzione di fanghi di supero è in media di 2 litri per abitante servito e per giorno (Malpei F. 2008) con un tenore in sostanza secca SS = 1,5%; ne consegue che giornalmente l'impianto dovrà trattare

$$0{,}002 \times 177.000 = 354 \text{ m}^3 \text{ di fango}$$

Prima di immetterlo nel trattamento di digestione anaerobica, occorre operare un processo di addensamento in opportuni ispessitori, dove le particelle solide più pesanti sedimentano, mentre si separa una parte dell'acqua (supernatante o acqua di fango). Il volume di sostanze secche in arrivo agli ispessitori è di $350 \times 0{,}015 = 5{,}3$ m^3, con un carico di 5.300 kg/d.
Dato che il carico di SS negli ispessitori non deve superare i 50 kg/m^2/giorno, la superficie occorrente di quelli è di 106 m^2; il carico idraulico superficiale risulta quindi di $354/106 = 3{,}34$ m^3/m^2/d, cioè 0,139 m^3/m^2/h, valore ottimale in quanto il valore del carico idraulico può essere spinto fino a 0,75 m^3/m^2/h. Il tempo di resistenza del fango negli ispessitori varia tra 24 e 36 ore. Assumendo il valore del 6-11% vediamo che il tenore di SS dopo l'addensamento è quadruplicato; ciò vuol dire che la stessa sostanza secca che prima occupava l'1,5% del volume totale adesso ne occupa il 6%, e pertanto il volume del fango sarà

$$\text{Vadd} = 5{,}3/0{,}06 = 88 \text{ m}^3/\text{d}$$

Il supernatante o acqua del fango separatesi negli ispessitori sarà quindi pari a 266 m^3/d.
Il volume degli ispessitori dovrà essere quindi complessivamente di 360 m3. Dai dati calcolati emerge l'opportunità di suddividere in tre linee tale capacità, con strutture di 120 m3 ciascuno, ed una superficie di 26,5 m^3. Il fango ispessito viene addotto alla digestione, mentre l'acqua del fango viene invita ad un trattamento aerobico, seguito da filtrazione e disinfezione raggi UV. Il tempo di digestione tecnica dipende dalla temperatura che regna nel digestore: occorrono 60 giorni se la temperatura è di 60 °C, mentre 27 se è di 30°C. E' quindi evidente la convenienza di operare riscaldando i digestori che, per via prudenziale, dovranno avere una capacità maggiorata del 40% e quindi pari a 3.300 m^3.
Risultano quindi necessari tre digestori della capacità di circa 1.100 m^3 ciascuno con le seguenti caratteristiche:

- diametro di 16,00 m
- altezza utile di 5,50 m
- temperatura di 30°C

Produzione di energia dell'impianto centralizzato
A 30°C la quantità di gas prodotto per kg di sostanza organica presente è di 480 litri; le sostanze secche immesse nel digestore sono pari a 90 g/ab/d, e le sostanze organiche ne costituiscono il 70% e quindi 63 g/ab/d., ne consegue che la quantità di gas che si ottiene sarà di $480 \times 63/1000 = 30$ l/ab/d, riducendo in via prudenziale la quantità del 10%, si considera una produzione di gas di 27 l/ab/d.
Per i 177.000 abitanti serviti la produzione di gas sarà di

$$0{,}027 \times 177.000 = 4.780 \text{ m}^3/\text{d}.$$

Considerando il suo potere calorifico (il 70% del gas è composto da metano) di circa 5.500 kcal/m^3, il potenziale termico giornaliero risulterà di

$$Q = 4780 \times 5.500 = 26.300.000 \text{ kcal/d}$$

Facendo passare il gas nei gruppi elettrogeni si può produrre energia elettrica e, attraverso idonei scambiatori di calore, si può recuperare il 45% dell'energia termica prodotta da utilizzare per preriscaldare i fanghi da immettere nel digestore in modo da portare la temperatura interna a 30°C.
Pertanto la produzione di energia elettrica sarà

$$E = 26.300.000 \times 0{,}3/860 = 10.703 \text{ kWh/d}$$

corrispondente ad una potenza elettrica di 446 kW.
La quantità di calore recuperata sarà di 11.835.000 kcal/d contro un quantitativo di calore necessario per riscaldare il fango, comprensivo della quota persa per irraggiamento attraverso le pareti del digestore, di 9.550.000 kcal/d.
Le necessità di energia elettrica dell'impianto sono dovute a quelle per il sollevamento iniziale dei fanghi ai digestori, corrispondente a 0,67 kW; ed al trattamento aerobico dell'acqua del fango, corrispondente a 13,5 kW.
Quindi l'energia elettrica richiesta per i consumi dell'impianto è estremamente ridotta e, considerando anche le necessità per l'illuminazione dell'area, si calcola possa raggiungere i 20 kW.
Concludendo l'impianto è energicamente autonomo (446kW – 20kW) ed anzi produce energia vendibile giornaliera di circa 10.200 kWh che può produrre un introito di 223.380 € all'anno.

Impiego agricolo dei fanghi
La necessità da parte del gestore dell'impianto di allontanare i fanghi al minor costo possibile, le normative sempre più restrittive sullo smaltimento in discarica, i costi elevati per l'incenerimento o il co-incenerimento, la contemporanea presenza all'interno dei fanghi di elevate quantità di sostanze nutrienti, ha portato a considerare maggiormente la possibilità dell'utilizzo dei fanghi nei suoli agricoli, in quanto la massa dei fanghi, opportunamente disidratata, costituisce una importate risorsa per la ricostituzione dell'humus dei terreni agricoli.
La produzione di fango digerito dell'impianto sarà pari ai 2/3 del fango immesso nei digestori cioè una quota pari a 59 m3/d, che deve essere disidratata in macchine nastropresse in modo da ottenere fango al 23% di sostanza secca, cioè 26 m3/d. Questa enorme quantità di fanghi prodotta può essere ulteriormente disidratata mediante un trattamento termico, che ha anche il vantaggio di distruggere i germi presenti, senza aggravi di spesa, stante l'eccedenza della quantità di calore ricavata dalla combustione del gas biologico.
I fanghi di depurazione generalmente presentano buoni contenuti di sostanza organica e macroelementi, azoto, potassio, fosforo, tali da renderne interessante l'utilizzo in agricoltura come fertilizzanti (Motta S., Maggiore T. 2008); allo stesso modo l'impiego in agricoltura potrebbe comportare rischi igienico-sanitari a causa del loro contenuto di microorganismi patogeni, metalli pesanti e composti organici nocivi.
Le problematiche connesse alla gestione e al riutilizzo dei fanghi prodotti dai processi di smaltimento delle acque reflue urbane sono strettamente connesse alla qualità del materiale depurato quindi alla matrice eterogenea del rifiuto in entrata nel lungo periodo.
Proprio per questo, sarebbe opportuno condurre attività di ricerca all'interno dell'impianto e monitorare mensilmente il fango in uscita dal depuratore, sia in termini di elementi nutritivi sia di concentrazioni di metalli pesanti per valutarne la variabilità di composizione.
Il fango, una volta estratto dal digestore, potrebbe essere incenerito in un piccolo forno, ed il miscuglio cenere/fango analizzato per determinarne il contenuto in potassio e renderlo ottimale (Mantoni P. 2009). Parte del fango può essere sparso sul terreno, dopo l'essiccazione il terreno può essere fresato e in esso possono essere seminate le leguminose.
I vantaggi dati dall'applicazione del fango all'agro-sistema sono tali da porsi a confronto con un fertilizzante tradizionale. L'apporto di sostanza organica (contenuta nel fango in misura di circa il 50 %) è potenzialmente in grado di migliorare la struttura del suolo, influenzando i fenomeni di infiltrazione, porosità, Capacità di Scambio Cationico e stabilità degli aggregati.
Non sempre però lo spargimento dei fanghi in agricoltura è funzionale al miglioramento dello status nutrizionale del suolo, ma diventa prevalente l'ottenimento di un vantaggio economico a discapito delle necessarie garanzie di salvaguardia ambientale e in particolare di protezione del suolo.

Bilancio economico dell'iniziativa
L'impianto da realizzare dovrà comprendere:

a) 1 impianto di sollevamento generale con 3 elettropompe sommerse
b) 3 ispessitori della capacità di 120 m3 ciascuno
c) 3 digestori anaerobici della capacità di 1.100 m3 ciascun o, coibentati e riscaldati
d) 1 impianto di trattamento acque addotte con autobotti
e) 1 impianto di produzione di energia e recupero di calore con 3 gruppi elettrogeni
f) 1 impianto di disidratazione dei fanghi digeriti
g) 1 forno di incenerimento fanghi
h) 1 palazzina uffici e guardiano

La spesa presuntivamente necessaria per la realizzazione dell'impianto ammonta ad Euro 5.000.000. Resta da conteggiare, inoltre, la spesa per il personale, che potrebbe ammontare a circa 130.000 euro annui.
La spesa per i consumi di energia è praticamente nulla, anzi consente un discreto introito; la spesa per i reattivi può risultare nulla se si impiega la cenere per il condizionamento di fanghi da disidratare.
Nel capitolo entrate vanno considerate l'eccedenza della produzione di energia elettrica di 223.380 euro annui, il contributo dei Comuni serviti a fronte dei benefici che ricevono dall'assunzione del trattamento dei fanghi da parte del gestore dell'impianto centralizzato, ed il pagamento dovuto dai conferitori privati di reflui mediante autobotti. Considerando che la produzione pro capite di fango è quantificabile in 2 litri al giorno per abitante servito, ai comuni potrà essere addebitata una quota di 10 € per abitante servito per anno, cioè 1.270.000 €/anno. Per quanto riguarda il trattamento dei reflui addotti mediante autobotti, derivanti dallo spurgo di fosse biologiche private (trattamento bottini) i conferitori potranno corrispondere al gestore stesso, a copertura sia del costo che dell'esercizio del settore impiantistico, circa 100.000 euro, unitamente al conferimento di tre ipotizzabili autobotti di 6 m^3 al giorno x 40 € per autobotte si configura un'entrata di 120 €/d, ossia 43.800 €/anno.
Concludendo le poste in entrata dell'impianto centralizzato sono le seguenti:

- 223.380 €/anno per la vendita dell'eccedenza di energia elettrica
- 1.270.000 €/anno per contributi dei Comuni per conferimento fanghi
- 43.800 €/anno per trattamento bottini

Per un ammontare annuo di 1.537.180 €/anno.

Conclusioni

Come si evince dalle cifre esposte, l'iniziativa offre un buon ritorno economico; un investimento di € 5.000.000 è in grado di creare un margine netto annuo di almeno € 1.400.000.
Consegue da quanto sopra che l'iniziativa di *project financing* sarebbe nettamente conveniente per un investitore privato; in alternativa si può figurare la costituzione di un Consorzio di Comuni.
I vantaggi dell'iniziativa apparterranno a tutti i partecipanti: per i Comuni minori si tratterrà di indubbio contributo nell'affrontare un problema spesso superiore alle loro forze, con rilevante valore sociale dell'iniziativa stessa; per i Comuni maggiori in conseguenza della partecipazione, si otterrà innanzitutto il beneficio dell'aumento a costo zero della potenzialità di trattamento dell'impianto di depurazione esistente, oltre a notevoli sgravi di responsabilità e di spesa.

Bibliografia

Bonomo L. , "Trattamenti delle acque reflue", McGraw Hill, 2008.
Calza F., "L'acqua. Utilizzo, depurazione, recupero", Tecniche Nuove, Torino, 2008.
Cirelli G.L., " I trattamenti naturali delle acque reflue urbane", Sistemi Editoriali, Esse libri, 2003
Collivignanelli C., "I trattamenti dei fanghi di depurazione: influenza sulle caratteristiche in relazione al riutilizzo agricolo", Ingegneria sanitaria, 2, 27-31, 2009
Contardi C., Gay M., Ghisotti A. , Robasto G. , Tabasso G., "Guida tecnica sui trattamenti delle acque. Tecniche di trattamento dei reflui, sistemi di depurazione e di smaltimento", Franco Angeli Ed., Milano, 1991.
De Sandre, P., Introduzione ai modelli demografici, CLEUP, Padova, 1974;
Giapponesi A., "Recupero dei fanghi. Norme UE in continua evoluzione", Agricoltura, 2, 53-56, 2009
Goi D., Conti F., Urbini G., "Trattamento delle acque reflue: upgrade e collaudo", CISM, 2005.
Malpei F., "Trattamento dei fanghi derivanti da impianti di depurazione acque reflue ed impianti di potabilizzazione", Ingegneria sanitaria, 4, 54-59, 2008
Mantovi P., Giapponesi A., Berrè F., "Per un impiego migliore dei fanghi di qualità", L'Informatore Agrario 24, 42- 45, 2009
Motta S., Maggiore T., "Gestione agronomica dei fanghi di depurazione", Quaderni della ricerca, Regione Lombardia, 91, settembre 2008
Neri M., "Il recupero dei fanghi biologici: la raccolta differenziata passa anche da qui", Recycling, 11, 29-31, 2010

Summary

SLUDGE MANAGEMENT: TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF TREATMENT IN CONSORTIUM, A CASE STUDY

The urban wastewater treatment plants produce, in addition to treated water, large quantities of sludge to be disposed of in need of high costs in light of the major restrictions imposed by the D.Lgs 205/2010 that transposes Directive 2008/98/EC
In the present study are to identify and quantify the benefits, both technically and economically, that local authorities would use a centralized treatment plant.

IL LIFE CYCLE ASSESSMENT A SUPPORTO DELLE SCELTE DI PIANIFICAZIONE LOCALE PER LA GESTIONE DEI RIFIUTI URBANI: UN CASO STUDIO

CLAUDIO LENA, LUCIA PIROLLO
Dipartimento di Impresa Ambiente e Management, Università degli Studi di Cassino
Via S. Angelo, Cassino
e-mail: lena@eco.unicas.it

Riassunto
L'emergenza rifiuti non può essere affrontata solo tramite una gestione più efficiente, ma deve essere considerata all'interno di una strategia integrata di sviluppo sostenibile.
Il presente lavoro riguarda uno studio di LCA finalizzato a valutare i possibili impatti ambientali determinati dalla gestione dello smaltimento dei rifiuti urbani in un'area della Provincia di Frosinone facente capo all'ambito territoriale ATO 5 Lazio Meridionale.
È stata applicata la metodologia LCA e, utilizzando come metodi di valutazione l'Ecoindicator 99, sono state comparate, in termini di impatti ambientali, le diverse tipologie di sistemi di smaltimento presenti in provincia.

Introduzione
Un Sistema di Gestione Integrata dei Rifiuti (SGIR) è l'insieme delle strategie volte a gestire l'intero processo dei rifiuti per il raggiungimento degli obiettivi politici ed economici posti nella pianificazione territoriale, minimizzando i costi di operazione, gli impatti ambientali e creando anche l'accettabilità sociale.
Nella programmazione e realizzazione, il SIGR considera i flussi e le caratteristiche dei rifiuti, i metodi di raccolta, le tecnologie di trattamento e di recupero, il controllo dei processi e ambientale. L'obiettivo primario è quello di realizzare benefici ambientali, ottimizzazione economica ed un'accettabilità sociale. Lo scopo è di arrivare alla definizione di un sistema pratico della gestione dei rifiuti per ogni bacino specifico di utenza in relazione all'Ambito Territoriale Ottimale di afferenza.
In Italia la produzione totale di rifiuti urbani si attesta nel 2008 a circa 32,5 milioni di tonnellate, con un aumento del 2,7% rispetto al 2005 (Ispra 2010).
La situazione della Regione Lazio si caratterizza per una crescita della produzione di rifiuti solidi urbani maggiore della media nazionale, con una situazione di sviluppo della raccolta differenziata ancora difficile. La produzione dei rifiuti è piuttosto significativa in assoluto, 3.343.551 tonnellate nel 2008 e, riferita agli abitanti, 594 kg per abitante, superiore alla media nazionale (541 kg); la raccolta differenziata si attesta nel 2008 a 430.599 tonnellate, pari al 12,9%, con un risultato molto lontano alla media nazionale del 30,6% e decisamente inferiore al target del 40% introdotto dalla legge 296/2006, che doveva essere conseguito entro il 31 dicembre 2007, e del 50% da conseguirsi entro il 31/12/2009. In conformità agli obiettivi minimi posti dal D. Lgs. 152/2006, art. 205, la Delibera della giunta regionale 47/08 ha stabilito l'incremento del livello di raccolta differenziata, auspicando il raggiungimento di una percentuale non inferiore al 45% dei rifiuti prodotti entro il 31 dicembre 2008 e il 65% entro il 31 dicembre 2012.
Allo stato attuale il Lazio è una delle regioni in cui il ricorso alla discarica è più elevato (Ispra 2010): il 69,7% dei rifiuti prodotti (oltre 2,8 milioni di tonnellate) viene trattato in discarica, con percentuali elevate a Latina (76,9%) e a Roma (76,6%), con situazioni di forte criticità relativamente all'esaurimento di spazi disponibili.
Nella provincia di Frosinone il 46% dei rifiuti viene gestito in discarica, per il 27,4% si utilizza il trattamento meccanico-biologico (che separa la frazione organica ed i materiali riciclabili permettendo un'ulteriore riduzione dell'uso delle discariche e degli inceneritori) e il 24% viene incenerito, mentre la quota relativa al recupero/riciclaggio è del 2,5% (UPI 2009).

Tab. 1 – Produzione e raccolta differenziata di RU nel 2008

	Provincia di Frosinone	Regione Lazio	Italia
Abitanti	494.815	5.561.017	60.054.510
Superficie (kmq)	3.248	17.027	301.341
Produzione totale RU (t/a)	212.714	3.343.551	32.471.591
Produzione pro-capite (Kg/ab/a)	428,1	594,23	540,79
RD totale (t/a)	10.599	430.599	9.937.209
Rifiuto indifferenziato (t/a)	201.202	2.864.068	21.982.695
Ingombranti a smaltimento (t/a)	914	48.883	551.687
% indifferenziato	94,59%	85,7%	67,7%
% RD	4,98%	12,9%	30,6%
Racc. differ pro capite (kg/ab/anno)	21,3	76,53	165,5
RU indiff pro capite (kg/ab/anno)	404,9	509,01	366,1

Fonte: ISPRA Rapporto Rifiuti 2009

Metodologia

Il life Cycle Assessment

L'analisi del ciclo di vita (LCA) si è dimostrato un valido strumento di valutazione complessiva dell'impatto sull'ambiente e sul territorio di un prodotto/servizio anche nella fase finale di vita quando assume la configurazione di rifiuto. La LCA è stata spesso applicata come procedura di quantificazione degli impatti generati dalle diverse proposte di piano in fase di programmazione e pianificazione di un sistema di gestione integrata dei rifiuti (Federico G. et al. 2007), al fine di pervenire all'individuazione della scelta di piano ambientalmente più vantaggiosa. Essa è una metodologia di analisi finalizzata a definire nel modo più completo possibile i carichi ambientali di qualsiasi attività. La LCA quantifica tutti gli impatti sull'ambiente del ciclo di vita di un prodotto o servizio, "dalla culla alla tomba" attraverso la contabilizzazione dei consumi complessivi di materie prime e di energia (input) e le relative emissioni in acqua, aria e suolo (output) della filiera considerata. In particolare, quantifica i cosiddetti risparmi ambientali dovuti alla "evitata" produzione di materiali e all'evitato consumo di energia, grazie ad operazioni ecosostenibili, ad esempio il riciclo, purtroppo generalmente meno diffuse delle tradizionali pratiche basate sul tasso di produttività. La struttura e i procedimenti alla base della LCA sono stabiliti dalle norme ISO 14040 e ISO 14044.

La LCA si è venuta affermando negli ultimi anni come strumento di supporto nella pianificazione strategica di sistemi di gestione integrata dei rifiuti. Nei primi anni '90 l'applicazione della metodologia LCA ha permesso la comparazione di diverse opzioni tecnologiche, la valutazione di scenari differenti di gestione dei rifiuti e la valutazione specifica di opzioni di riciclaggio finalizzate all'individuazione di un tasso ottimale di riciclo fornendo indicazioni sugli impatti ambientali dell'intero sistema di gestione; permettendo allo stesso tempo di effettuare analisi di tipo comparativo per la valutazione di differenti scenari di gestione integrata mostrando gli impatti ambientali dei diversi scenari lungo tutte le fasi della filiera.

Questo approccio può rivelarsi utile anche in un sistema di gestione integrata dei rifiuti (SGIR), termine con cui si intende l'insieme delle strategie volte all'intera gestione dei rifiuti (raccolta, trasporto, trattamento, smaltimento finale) per il raggiungimento degli obiettivi politici ed economici posti nella pianificazione territoriale, minimizzando i costi di operazione, gli impatti ambientali e creando anche l'accettabilità sociale. Diversi sono gli strumenti a supporto di un SGIR: la normativa, la caratterizzazione dei flussi dei rifiuti e l'analisi del ciclo di vita (LCA).

L'analisi del ciclo di vita applicata ai sistemi di gestione integrata dei rifiuti consente di:

– valutare tutti gli impatti derivanti dalla gestione dei rifiuti;

– fare analisi comparative tra differenti scenari di gestione;

– individuare le migliori soluzioni tecnologiche.

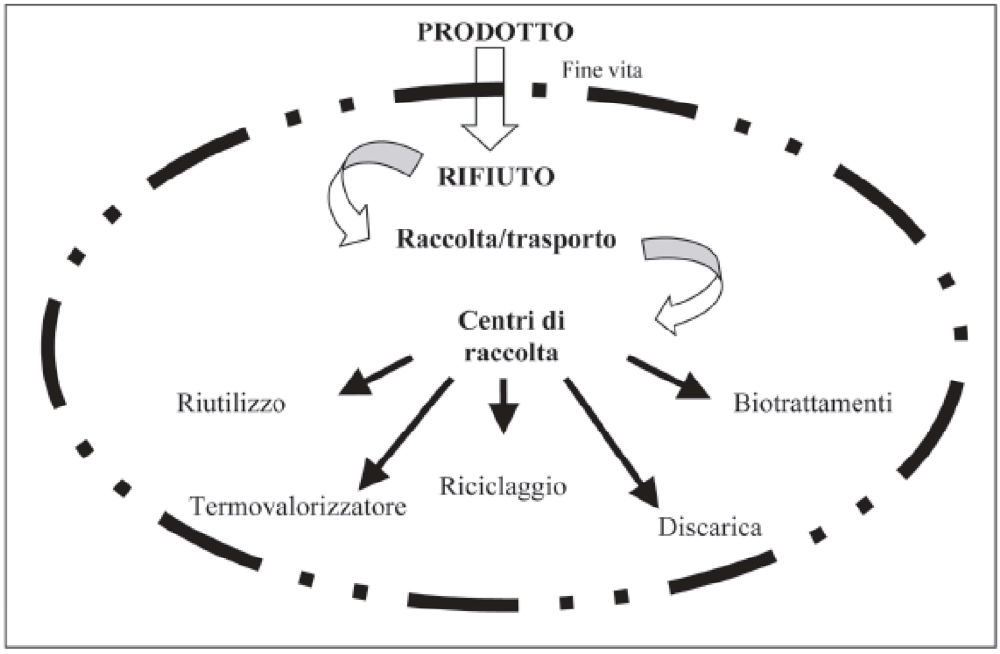
A differenza di una LCA di un prodotto che pone l'accento sugli effetti ambientali di un determinato sistema/prodotto "dalla culla alla tomba", la LCA applicata ad una gestione integrata dei rifiuti è finalizzata a ridurre al minimo i carichi ambientali. Questo approccio presenta diversi vantaggi: fornisce una veduta del sistema, evidenzia il peso dei carichi ambientali da una fase all'altra del ciclo di vita e permette di analizzare la performance ambientale delle singole fasi della gestione integrata dei rifiuti. In questo modo è possibile agire sul sistema di gestione dei rifiuti attraverso scelte che mirano a diminuire i carichi ambientali.

L'elaborazione di un LCA, secondo la procedura indicata da SETAC (Baldo G.L. 2005), si articola essenzialmente in quattro fasi:

– Definizione dell'obiettivo e del campo d'applicazione dello studio (Goal and scope Definition);

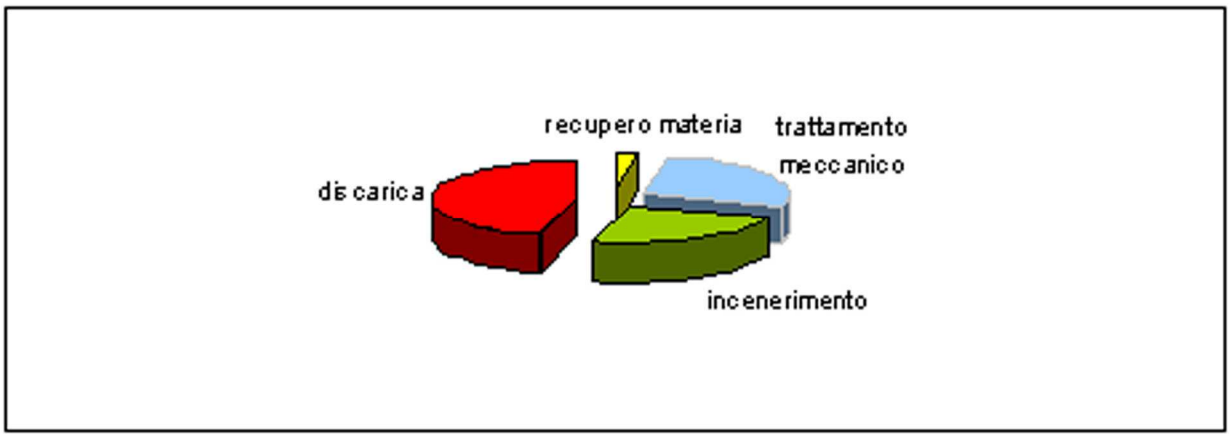
– Analisi dell'inventario (Life Cycle Inventory – LCI), nella quale si compila un inventario d'ingressi (cioè materiali, energia, risorse naturali) ed uscite (emissioni in aria, acqua, suolo) rilevanti del sistema;
– Valutazione degli impatti (Life Cycle Impact Assessment – LCIA) ambientali potenziali, diretti ed indiretti, associati a questi input ed output;
– Analisi dei risultati e valutazione dei miglioramenti (Life Cycle Interpretation) delle due fasi precedenti ossia la definizione delle possibili linee d'intervento.

Fig. 1 – Ciclo di vita dei rifiuti urbani



Definizione degli obiettivi e dello scopo
L'obiettivo del presente studio è valutare i possibili impatti ambientali dovuti allo smaltimento dei rifiuti urbani in un'area caratterizzata da una buona densità abitativa e da un elevato numero di attività economiche, orograficamente variegata dalla pianura fino al contesto collinare, comprendente 91 Comuni della Provincia di Frosinone facente capo all'ambito territoriale di gestione rifiuti ATO 5 Lazio Meridionale, con una popolazione di circa 495.000 abitanti, una produzione totale di rifiuti di 212.700 tonnellate/anno, una produzione pro capite di 430 kg/anno, dove il livello di raccolta differenziata è di appena il 5% e quindi una alta produzione procapite di rifiuto residuo indifferenziato intorno a 400 kg/ab/anno (ISPRA 2010).

Fig. 2 – Sistemi e percentuali di smaltimento dei RSU in provincia di Frosinone



Lo studio ha preso in considerazione le diverse tipologie di smaltimento dei rifiuti urbani utilizzati in provincia. La disponibilità dell'A.T.O. 5 è la seguente *(tab.2)*:

- un impianto di selezione/compostaggio sito in località Colfelice;
- un impianto di termovalorizzazione sito in località San Vittore del Lazio; tale impianto non incenerisce il rifiuto tal quale, ma CDR e frazione secca;
- una discarica sita in località Roccasecca;
- un impianto di raffinazione della frazione secca per la produzione di CDR sito in località Castellaccio (Paliano).

Tutti i rifiuti prodotti nel bacino di Frosinone sono avviati all'impianto di Colfelice dove subiscono una prima selezione volta a separare la frazione umida putrescibile, stabilizzata nello stesso impianto, dalla frazione secca la quale è avviata all'impianto di raffinazione per la produzione di CDR di San Vittore. Le stazioni di trasferenza presenti sul territorio sono le seguenti: Stazione di Atina; Stazione di Colfelice, Stazione di Frosinone, Stazione di Piglio. Tutti comuni che si trovano nel raggio di 30 km dall'impianto di Col Felice e vi confluiscono direttamente; le stazioni di trasferenza di Atina, Frosinone e Piglio sono state localizzate in punti strategici al fine di ottimizzare il costo e la rapidità del trasporto dei RU.

Dall'analisi della situazione impiantistica, *tab. 2*, emerge come gli impianti siano fortemente sottoutilizzati: la potenzialità autorizzata consentirebbe di destinare a compostaggio circa 40 kg/ab/anno di frazione umida selezionata e verde da RU; il trattamento meccanico-biologico, con produzione di CDR presenta un fattore di utilizzazione pari al 44,3%.

I dati merceologici di RD portano a concludere che, per avvicinarsi maggiormente agli obiettivi normativi sarebbe conveniente puntare su un consistente incremento della RD della frazione organica, principalmente dell'umido.

Tab. 2 – Parco impiantistico della provincia di Frosinone, impianti operativi

	N° impianti	Potenzialità autorizzata	Rifiuti trattati (t/a)	Tipologia rifiuti trattati (t/a)		
Impianti di compostaggio	1	9.000 t/a	2.169	F.O.	Fanghi	Altro
				---	2.169	---
Trattamento meccanico-biologico	2	210.000 t/a	202.779	RU indifferenziato		Altro
				163.163		39.616
Discariche	1	1.368.858 m3	215.318	R.U.	Fanghi	Altro
				146.697	4.197	64.424
Impianti di termovalorizzazione	1		78.112			

Fonte: ISPRA Rapporto Rifiuti 2009

Unità funzionale

I flussi dei rifiuti analizzati sono stati utilizzati come "input" senza impatti a monte, definendo come unità funzionale una tonnellata di rifiuto tal quale.

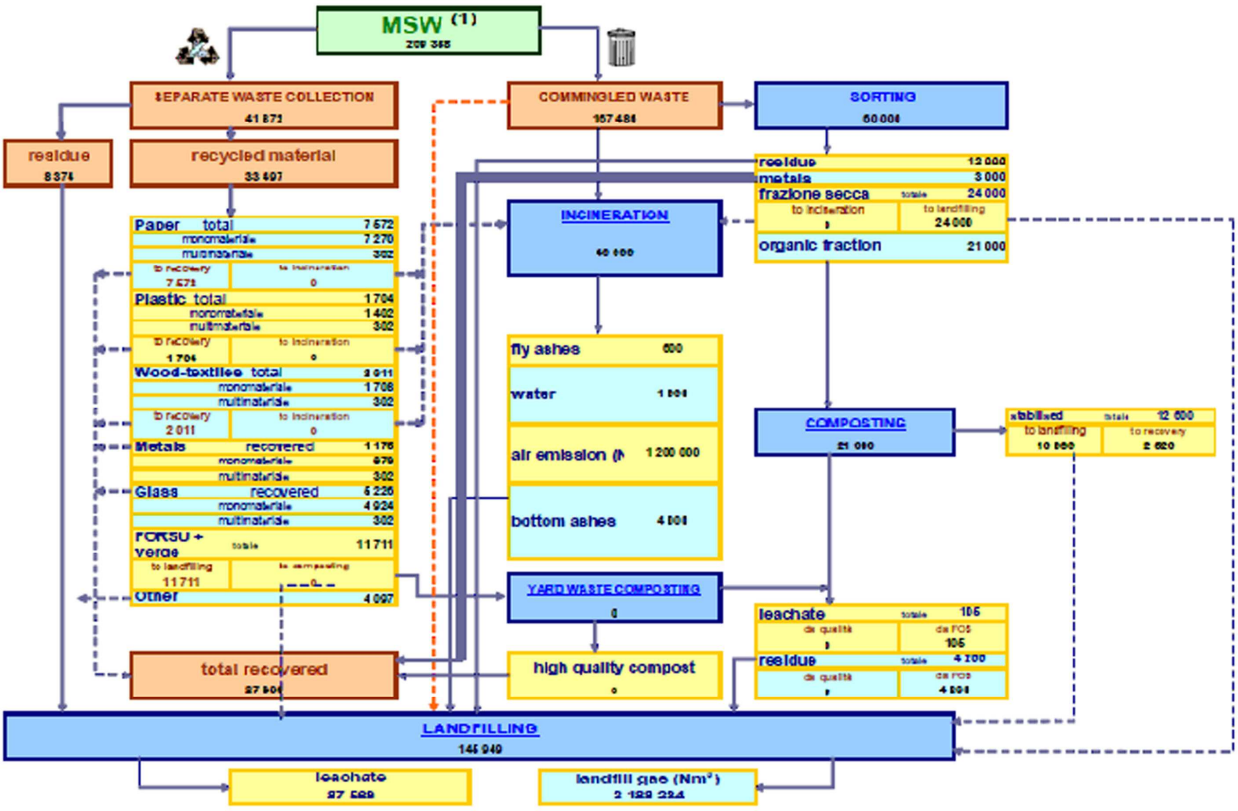
I confini del sistema analizzato

Il sistema di gestione analizzato comprende le seguenti fasi: la raccolta dei rifiuti attuata con le diverse modalità a seconda dell'area territoriale, le stazioni di stoccaggio e/o travaso, gli impianti di trattamento (es. impianto di produzione CDR) e infine il recupero dei rifiuti o loro trattamento finale in altri impianti terzi.

Analisi dei dati - Life Cycle Inventory

Una volta definiti i confini del sistema oggetto dello studio, sono stati raccolti tutti i dati (kg rifiuti prodotti per ogni tipologia, km percorsi per il trasporto dei rifiuti, consumi energetici degli impianti di proprietà, ecc.), utilizzando i dati primari forniti direttamente dai Consorzi e dati secondari da appositi database (es. Ecoinvent) per quanto riguarda le diverse modalità di trattamento e smaltimento finale dei rifiuti.

Fig. 3 – Inventario del ciclo di gestione integrato dei rifiuti



Life Cycle Impact Assessment and Life Cycle Interpretation

I dati raccolti sono stati organizzati ed elaborati, e infine utilizzati per eseguire l'analisi usando il software di calcolo LCA della SimaPro versione 7.1 e il metodo di analisi degli impatti Eco-indicator 99. L'Eco-indicator è una metodologia sviluppata dalla Pré (Product Ecology Consultants) per conto del Ministero dell'Ambiente olandese: essa costituisce un potente strumento per i progettisti, utile ad aggregare i risultati di un LCA in grandezze o parametri facilmente comprensibili ed utilizzabili, chiamati appunto Eco - indicatori. La metodologia aggrega i risultati dei danni in tre sole categorie principali: Human Health (DALY), Ecosystem Quality (PDF*m2yr) e Resources (MJ surplus). In tab. 3 sono descritti gli impatti relativi alle tre categorie di danno.

Nell'applicazione della metodologia al sistema di gestione si è proceduto alla calibrazione dei confini del sistema, in modo da renderlo coerente all'oggetto in esame.

Tab. 3 – Categorie di danno e di impatto utilizzate dal metodo Ecoindicator 99

Categorie di danno	Categorie di impatto
Salute umana	Sostanze cancerogene
	Allergeni respiratori organici
	Allergeni respiratori inorganici
	Cambiamenti climatici
	Assottigliamento dello strato di ozono
	Radiazioni ionizzanti
Qualità dell'ecosistema	Acidificazione/eutrofizzazione/ecotossicità
	Occupazione e riconversione del suolo
Impoverimento delle risorse	Consumo di minerali
	Combustibili fossili

Risultati

Nella fig. 4 sono presenti gli indicatori analizzati in questo studio: effetto serra, distruzione dello strato di ozono, acidificazione, eutrofizzazione, smog fotochimico e tossicità umana L'impatto maggiore provocato da questo sistema di gestione integrata dei rifiuti è dato dall'aumento di gas serra (1.7+0,5), in seconda posizione, seppur con grande distacco, si attestano tutti gli altri indicatori.

In merito alla produzione di gas serra, il confronto degli impatti complessivi associati ai diversi metodi di trattamento, la discarica presenta l'impatto maggiore, seguita dal compostaggio (*fig. 5*); ciò è dovuto in massima parte alla produzione di biogas associato alla degradazione della sostanza organica, in particolare l'impatto maggiore è dovuto al metano. Per quanto concerne la riduzione dello strato di ozono è importante osservare che il sistema di gestione integrata dei RSU in esame non determina impatti significativi, in particolare la discarica presenta l'impatto minore.

In relazione all'acidificazione ed all'eutrofizzazione la discarica è il trattamento che porta alla minore produzione di sostanze responsabili di tali fenomeni, il compostaggio invece è il trattamento che presenta il maggiore impatto nella produzione di sostanze eutrofizzanti.

Il metano presente nel biogas prodotto in discarica è il principale responsabile della produzione di smog fotochimico (*fig.6*); mentre per quanto riguarda la tossicità umana il trattamento che presenta un impatto maggiore risulta il compostaggio, ciò a causa delle sostanze prodotte a seguito della degradazione della sostanza organica.

La discarica presenta un impatto sulle risorse rinnovabili inferiore all'incenerimento ed al compostaggio, essa infatti non prevede l'impiego di combustibili fossili né di agenti chimici necessari invece per gli altri trattamenti.

Fig. 4 – Confronto complessivo indicatori di impatto ambientale

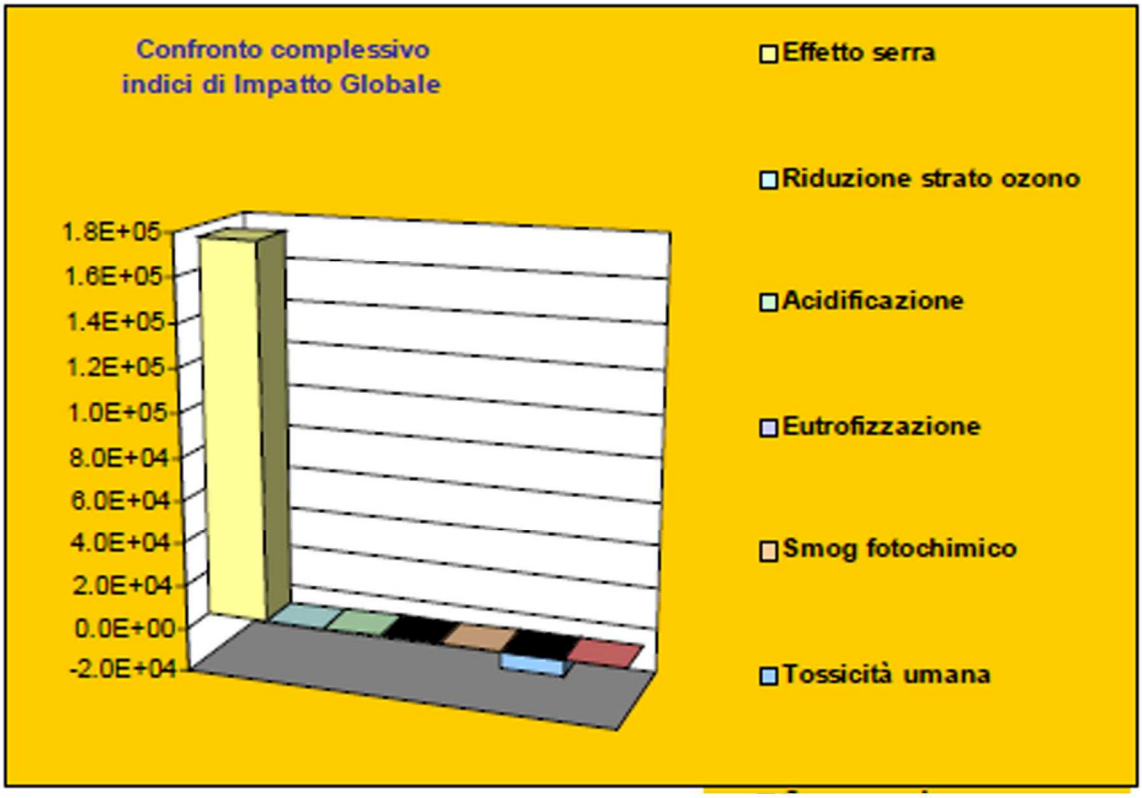


Fig. 5 – Confronto per la produzione di gas serra

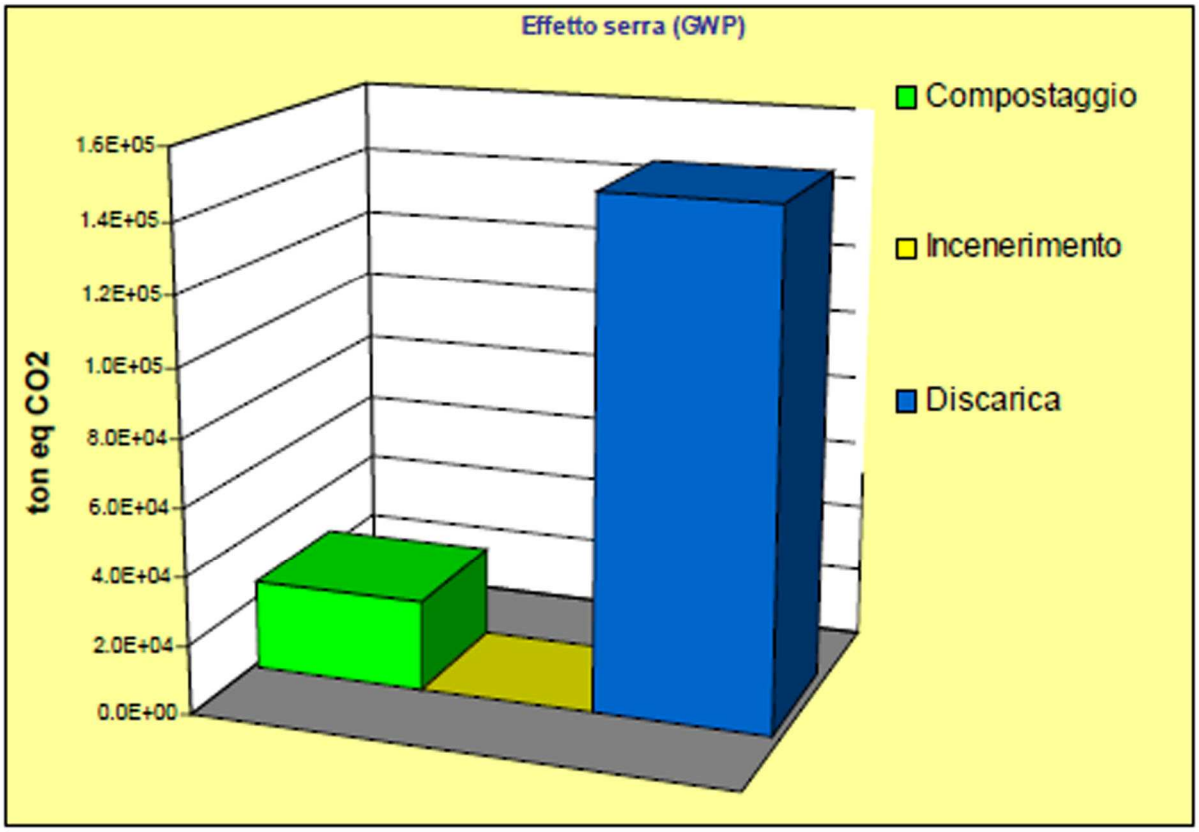
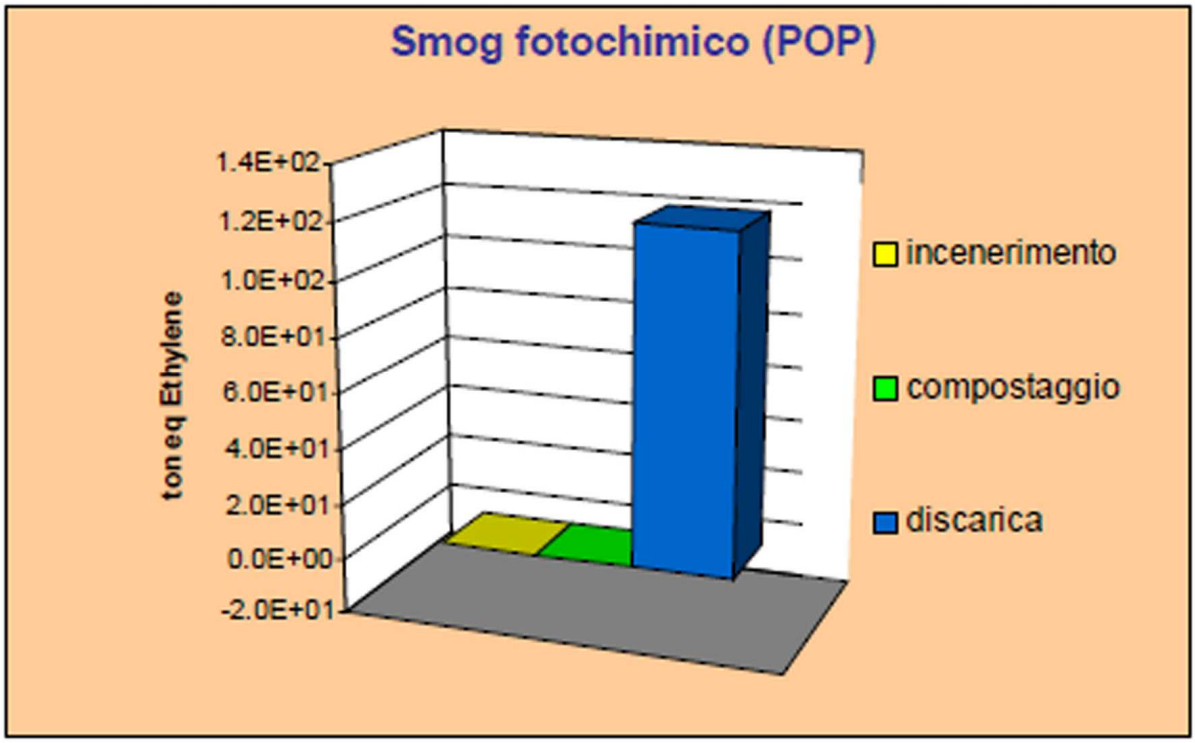


Fig. 6 – Confronto per la produzione di smog fotochimico



Conclusioni

L'analisi metodologica LCA non risolve i problemi ambientali, ma è uno strumento quantitativo per supportare le decisioni, identificando quelle aree che hanno un potenziale di miglioramento più elevato, consente di individuare uno scenario ottimale, consente di analizzare il problema dello smaltimento dei RSU associandone le caratteristiche alle tecnologie impiantistiche presenti nel sistema di gestione da valutare. Il presente studio ha permesso di realizzare uno strumento di analisi in grado di fornire un sistema di gestione integrata dei Rifiuti Solidi Urbani che soddisfa tanto i requisiti di sostenibilità economica quanto quelli di sostenibilità ambientale.

Bibliografia

Baldo G.L. "LCA, Life Cycle Assessment: uno strumento di analisi energetica e ambientale", IPA Servizi Ed., Pisa, 2005,

Dgr 47/08 Regione Lazio "Linee guida per l'adeguamento del Piano di Gestione dei rifiuti della Regione Lazio, ai sensi dell'art. 199, d. lgs. 3 aprile 2006, n. 152".

Federico G., Rizzo G., Traverso M., "Valutazione ambientale della gestione dei rifiuti urbani nel comune di Palermo tramite procedura LCA" in Morselli L. (a cura di) "La cultura e le tecnologie ambientali in Italia ed in Europa", Maggioli Ed., 2007

ISO 14040/14044:2006 ISO series on Life Cycle Assessment www.iso.org

ISPRA "Rapporto rifiuti 2009", Roma, 2010

Morselli L. " La gestione integrata dei rifiuti con riferimento agli strumenti di validazione" in Moselli L. (a cura di) "Ecodesign per il pianeta. Soluzioni per un ambiente pulito e per una nuova economia", Maggioli Ed., 2009

Regione Lazio "Rapporto annuale sullo stato dell'economia", Roma, 2009

Settanni E., "LCA-type Life Cycle Costing: note metodologiche ed applicazione alla produzione di energia ed al recupero di materia" in Sileo A., Franchini H. (a cura di): "Politiche energetiche e Ambiente". Aracne Ed., Roma, 2006;

Unione Province del Lazio (UPI) "Rapporto 2008 sullo stato delle province del Lazio" Roma, 2009

Summary

THE LIFE CYCLE ASSESSMENT TO LOCAL PLANNING POLICY CHOICES FOR THE MANAGEMENT OF MUNICIPAL SOLID WASTE: A CASE STUDY

The waste crisis can not be addressed only through more efficient management, but should be considered within an integrated strategy for sustainable development.

This work involves a study of LCA aimed at evaluating the potential environmental impacts stemming from the waste disposal management in urban area of the Province of Frosinone headed to 'territorial ATO 5 Southern Lazio.

LC method was applied, and using assessment methods such as the Ecoindicator 99, were compared in terms of environmental impacts, the different types of disposal systems in this province.

LE NUOVE NORME IN MATERIA DI GESTIONE DEI RIFIUTI: ALCUNE PERPLESSITA'

BENITO LEOCI, MARCELLO RUBERTI[1]
Dipartimento di Studi Aziendali, Giuridici ed Ambientali, Università del Salento
Via Prov.le Lecce-Monteroni, 73100, Lecce
e-mail: bleoci@yahoo.it, marcello.ruberti@unisalento.it

Riassunto
A voler dare una giustificazione all'abnorme e caotico proliferare, in vari contesti territoriali (ONU, OCSE, UE, Italia, ecc.) di leggi e disposizioni in materia di gestione dei rifiuti, si potrebbe forse scomodare la massima di Eraclito «Panta rei os potamos», onde evidenziare il fatto che alla incessante mutevolezza di tale realtà bisogna affiancare quella altrettanto "vivace" del legislatore. Ma ciò non fa che complicare ulteriormente la situazione: negando la stabilità e la certezza del diritto agli operatori economici ed agli organi di vigilanza e addirittura favorendo proprio quelle fattispecie di reato che si vorrebbero contrastare e punire. In questa nota, come nell'altra riservata alle merci pericolose, abbiamo voluto dare un esempio di tale inammissibile, quanto assurda, situazione.

Introduzione

E' oramai ben noto a chiunque l'enorme proliferazione delle norme riguardanti la gestione dei rifiuti. L'infinita, e quasi settimanale, attività legiferante sulla questione dei rifiuti, specie di quelli pericolosi, ha assunto le sembianze di un tumore in continua espansione. E ciò senza contare lo sviluppo parallelo di altre norme attinenti la stessa materia: quelle sul trasporto dei rifiuti pericolosi, viste nell'altra nota, sulla prevenzione degli incidenti rilevanti (c.d. "Direttive Seveso"), sulla gestione dei rischi sui luoghi di lavoro e per la sicurezza dei lavoratori, sui farmaci, sui prodotti fitosanitari, ecc.
Sta di fatto che è diventato davvero esasperante, per chi deve occuparsi di tale tematica e per le imprese del settore, tenere il passo di una realtà in continuo divenire (abrogazioni, riforme, modifiche, integrazioni, richiami, deroghe, proroghe, tavole di concordanza, rinvii, rinvii di rinvii, ecc.), con tutte le insidie immaginabili per chi invece chiede soltanto la "certezza del diritto" e la stabilità delle leggi, che invece si susseguono e si annullano l'un l'altra a ritmo frenetico e, sembra, incontrollabile. In meno di 5 anni dall'entrata in vigore del D.Lgs. 152/2006 (*Codice Ambientale* o *Testo Unico Ambientale*, TUA), sono già 4 i provvedimenti "correttivi" e ben 35 le modifiche minori a livello complessivo (l'ultima in ordine di tempo è quella del D.Lgs. n. 219/2010), senza contare gli interventi e le correzioni della Suprema Corte!
In particolare, recentemente, su tutte, due le più importanti novità di rilievo in ambito rifiuti: il D.Lgs. n. 205/2010 e il DM n. 52 del 18 febbraio 2011, recante la riunificazione delle diverse disposizioni circa il sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti. Di entrambi ci occuperemo in questa nota.

Quadro normativo

Decreto legislativo 3 dicembre 2010, n. 205
A distanza di due anni dall'entrata in vigore della Direttiva quadro 2008/98/CE, che reca importanti novità in materia di gestione dei rifiuti, è stato finalmente emanato il relativo decreto di recepimento: il n. 205/2010, entrato in vigore il 25 dicembre 2010. In prima approssimazione, considerato come IV correttivo al TUA, ma, in sostanza, vera e propria riforma radicale (Giampietro et al., 2011).
Composto da 39 articoli e 5 allegati (che sostituiscono i corrispondenti 4 del TUA più uno nuovo, quello "L"), esso apporta consistenti e profonde modifiche alle disposizioni della Parte IV (*Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati*) del TUA, coordinandole con quelle previste dal Sistema di tracciabilità dei rifiuti o SISTRI (istituito con DM 17.12.2009).
Più in dettaglio, tra le tante novità, ci sono da mettere in evidenza: l'aggiornamento della nozione di rifiuto – è finalmente andato in soffitta l'annoso rimando ad un inutile elenco di categorie allo scopo di definire ed identificare un rifiuto, come ad esempio era il precedente rinvio all'Allegato A alla Parte IV del D.Lgs.

[1] IL LAVORO È DA ATTRIBUIRE IN PARTI UGUALI AGLI AUTORI.

156/2006 – e di *sottoprodotto* (emarginandone il requisito di valore economico e rendendolo aderente al disposto comunitario); i criteri di cessazione della qualifica di rifiuto *(End Of Waste*, EOW); la soppressione della categoria delle MPS (*Materie Prime Secondarie*); l'introduzione della nuova tipologia dei CSS (*Combustibili Solidi Secondari*, aventi le caratteristiche fissate dalla UNI CEN/TS 15359 che vengono considerati risorse economiche); l'abrogazione della disciplina del *combustibile da rifiuti di qualità elevata* (CDR-Q)[2]; la responsabilità della gestione dei rifiuti e, in particolare, quella *estesa*, come da raccomandazioni OCSE risalenti al 1994 (OECD, 2001), del produttore del prodotto originario (*estended producer responsibility*, EPR) oltre la fase di uso/consumo; i criteri di autosufficienza e prossimità; la definizione, individuazione e gerarchia delle fasi della gestione dei rifiuti (raccolta, deposito temporaneo, *preparazione al riutilizzo*, messa in riserva, trasporto, recupero e smaltimento) insieme alle relative autorizzazioni ed ai programmi di prevenzione, anche attraverso il riutilizzo dei prodotti e il prolungamento del loro ciclo di vita; l'adattamento del D.Lgs. 152/2006 (fonte giuridica primaria) al SISTRI, dotando così di effettività giuridica il relativo regime sanzionatorio del *doppio binario* (graduale e graduato in base alla pericolosità del rifiuto); la fissazione degli obiettivi di *riciclaggio* da conseguire entro il 2020 (per vetro, carta, plastica e metalli, almeno il 50%).
L'applicazione effettiva, ovvero in via esclusiva, delle disposizioni del SISTRI, prevista in un primo tempo per il 1° gennaio 2011, è slittata, con DM 22.12.2010 (emanato esattamente tre giorni prima dell'entrata in vigore del correttivo!), al 1° giugno.
Per i rifiuti pericolosi, in particolare, si introduce una nuova categoria: quella dei rifiuti "*ecotossici*", tali cioè da presentare "rischi immediati o differiti per uno o più comparti ambientali" (Classe H14 dell'Allegato I). Opportunamente, si rende vincolante ("*binding*") l'Elenco dei rifiuti (CER) istituito dalla Decisione della Commissione 2000/532/CE del 3 maggio 2000 ai fini della determinazione dei rifiuti da considerare pericolosi, evitando la possibile, futura estensione abnorme di tale lista a seguito di pronunce amministrative e di pareri ministeriali. Si ribadisce il divieto fissato in sede UE della miscelazione di tali tipologie al fine di una loro declassificazione e si fissano i limiti quantitativi per qualificare come occasionale il trasporto di rifiuti pericolosi. Sono previste, inoltre, sanzioni più lievi per le imprese che hanno meno di 15 dipendenti e accessorie, comportanti la confisca obbligatoria del veicolo, in caso di attività di gestione non autorizzate.

Decreto ministeriale 18 febbraio 2011, n. 52
Il 26 aprile del 2011 è apparso sulla Gazzetta ufficiale il Decreto del Ministero dell'ambiente e della tutela del mare n. 52/2011: il c.d. "Testo Unico SISTRI".
La sua emanazione si era resa necessaria alla luce dei recenti e numerosi provvedimenti legislativi riguardanti il Sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti, approvati in precedenza (decreti del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare del 17 dicembre 2009, del 15 febbraio 2010, del 9 luglio 2010, del 28 settembre 2010, del 22 dicembre 2010 e, soprattutto, del sopraccitato D.Lgs. n. 205/2010), allo scopo sempre di garantire certezza del diritto, chiarezza normativa (mai troppa!) e uniformità interpretativa su tematiche così delicate come la tutela ambientale e la salvaguardia della salute umana.
In particolare, si riprende sostanzialmente il disposto delle norme precedenti, ribadendo che sono tenuti obbligatoriamente ad aderire al Sistema di tracciabilità: "*a)* gli enti e le imprese produttori di rifiuti speciali pericolosi; *b)* le imprese e gli enti produttori di rifiuti speciali non pericolosi con più di dieci dipendenti, nonché le imprese e gli enti che effettuano operazioni di smaltimento o recupero di rifiuti e che producano per effetto di tale attività rifiuti non pericolosi, indipendentemente dal numero di dipendenti; *c)* i commercianti e gli intermediari di rifiuti; *d)* i consorzi istituiti per il recupero o il riciclaggio di particolari tipologie di rifiuti che organizzano la gestione di tali rifiuti per conto dei consorziati; *e)* le imprese e gli enti che effettuano operazioni di recupero o smaltimento di rifiuti; *f)* gli enti e le imprese che raccolgono o trasportano rifiuti speciali a titolo professionale".
Si confermano anche le proroghe e le date ultime per la trasmissione dei dati di quanto prodotto o smaltito, stabilite nei cinque DM precedenti, i quali dall'11 maggio 2011 hanno cessato di produrre effetti, insieme all'obbligo della tenuta dei registri e dei formulari (fino al 31 maggio 2011).
Dal 1° giugno 2011, i due sistemi, *cartaceo* (con i relativi Formulari di identificazione, Registri di carico e scarico e Modello Unico di Dichiarazione ambientale o MUD) ed *informatico* (facente uso dei dispositivi USB, black-box e Schede SISTRI), hanno cessato di coesistere, come era in precedenza per effetto di un *transitorio doppio regime documentale*, per evitare di cadere pericolosamente nel *vulnus* di una temporanea *vacatio legis*).

[2] Si ricorda che l'Italia è stata condannata, il 22 dicembre 2008, dalla Corte di Giustizia europea circa la natura del CDR e del CDR-Q, che, anche se corrispondono alle caratteristiche delle norme tecniche UNI 9903□1, non possiedono le stesse proprietà dei combustibili primari e, quindi, restano rifiuti a tutti gli effetti (Commissione delle Comunità europee, causa C-283/07).

Rifiuti, REACH e CLP

Dopo l'emanazione del Regolamento (CE) n. 1907/2006, data la trasversalità delle sue disposizioni, si è creato non poco sconcerto e disorientamento nell'industria per ciò che concerne le operazioni di trattamento, recupero e riciclo dei rifiuti, non rientranti nella disciplina del REACH. L'ECHA è quindi intervenuta, in seguito anche ai nuovi contenuti della Direttiva 2008/98/CE, allo scopo di far chiarezza su un punto così delicato e controverso ed assistere le parti interessate, pubblicando una serie di documenti orientativi e di schede informative per materiali specifici (ECHA, 2010).

È stato così chiarito che i rifiuti sono esclusi dall'ambito di applicazione del REACH, ma che le sostanze recuperate da essi – o contenute nei sottoprodotti di lavorazione – ed immesse sul mercato sono soggette a registrazione, se non già registrate a monte della filiera. In particolare, un rifiuto cessa di essere tale, e quindi rientra nella disciplina del REACH, se, in base a quanto statuito dalla Direttiva sui rifiuti, si verifica una delle seguenti condizioni: «a) la sostanza o l'oggetto è comunemente utilizzata/o per scopi specifici; b) esiste un mercato o una domanda per tale sostanza od oggetto; c) la sostanza o l'oggetto soddisfa i requisiti tecnici per gli scopi specifici e soddisfa la normativa e gli standard esistenti applicabili ai prodotti; d) l'uso della sostanza o dell'oggetto non porterà a impatti complessivi negativi sull'ambiente o sulla salute dell'uomo».

Tali provvedimenti chiarificatori sono stati accolti favorevolmente dagli operatori industriali, le cui attività di recupero rischiavano di subire un grave pregiudizio giuridico ed economico, consentendo il rientro nella "culla" delle componenti di un rifiuto al posto dello smaltimento *tout court*.

Per quel che concerne i rifiuti pericolosi, poi, il provvedimento legislativo n. 205/2010 si è inserito nell'ambito di un contesto europeo in pieno fermento, andando a collidere in alcuni casi con le altre norme preesistenti. Ad esempio, alcune perplessità stanno suscitando i punti di contatto tra il D.Lgs. 205/2010, il DM 27 settembre 2010 (sui criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica) ed il Regolamento (CE) n. 1272/2008 (cosiddetto CLP), per quanto concerne l'attribuzione delle caratteristiche di pericolosità a un rifiuto, sulla base delle sostanze che vi sono contenute, della loro classificazione e dei risultati dei test e dei metodi di prova. Anche in questo caso, si rendono necessarie, quanto prima, chiare linee guida e di indirizzo da parte del Ministero.

Discussione

Le nuove disposizioni del D.Lgs. n. 205/2010, e le relative e controverse interpretazioni che si andranno ad accumulare, finiranno per mutare in modo consistente i sistemi ed i criteri di gestione dei rifiuti da parte di enti (stavolta, anche loro costretti all'iscrizione all'Albo Gestori Ambientali) ed imprese, incrementando notevolmente la complessità dei prossimi scenari operativi.

Il problema principale è che il legislatore nazionale con tale decreto non si è limitato *semplicemente*, e molto *formalmente*, a recepire nel nostro ordinamento i dettami della Direttiva 2008/98/CE, ma ha voluto prendere la *palla al balzo* e apportare tutta una serie di correttivi dell'ultima ora al disposto del D.Lgs. 152/2006, sacrificando i principi di tutela ambientale e di legalità in favore di quelli di natura più meramente economica. «*Honni soit qui mal y pense*», ma, in questo caso, è legittimo farlo.

Infatti, ad esempio, in merito all'ordine di priorità – in termini di migliore opzione tra prevenzione, preparazione per il riutilizzo, riciclaggio, recupero di altro tipo, e smaltimento – nel disposto del decreto attuativo si assiste *d'emblée* ad uno svilimento della forza di indirizzo delle pubbliche amministrazioni (anche attraverso il *green public procurement*, GPP) per gli operatori economici riguardo alle opzioni da privilegiare. Mentre, infatti, la direttiva europea, trattando delle misure e delle politiche adottabili, si esprime in termini di scelte «che danno il miglior risultato *ambientale* complessivo», il decreto italiano vi deroga con la dicitura di «opzioni che garantiscono il miglior risultato *complessivo*, tenendo conto degli impatti sanitari, sociali ed economici, ivi compresa la fattibilità tecnica e la praticabilità economica». Gerarchia peraltro ulteriormente derogabile in relazione agli impatti ambientali complessivi di singoli flussi di rifiuti.

Inoltre, la *responsabilità estesa del produttore* resta anche qui solo una dichiarazione di principio dal momento che non si introduce una chiara disciplina circa i criteri e le modalità di individuazione e di esecuzione, ma ci si limita semplicemente a rimandare tutto a decreti attuativi di successiva emanazione. Scelta discutibile, ma dettata probabilmente dalla necessità di graduare l'introduzione nel tessuto produttivo (Farì, 2011). Stesso discorso vale per l'individuazione dello status di EOW (di carattere cruciale per dare efficacia sostanziale e attuativa alla "gerarchia dei rifiuti") e di *sottoprodotto*, i cui criteri quali/quantitativi di distinzione dai rifiuti per specifiche tipologie di sostanze sono rimandati all'emanazione di successivi provvedimenti ministeriali.

Le prescrizioni del D.Lgs. 205/2010 divergono ancora una volta da quelle della Direttiva 2008/98, laddove si rimanda ad un apposito ulteriore decreto di attuazione del Ministero dell'Ambiente per approvare, entro il termine del 12.12.2013 fissato dal Parlamento europeo, l'apposito programma nazionale di prevenzione dei rifiuti e le «indicazioni affinché tale programma sia integrato nei piani di gestione» regionali, *bloccando*, in tal modo, anche questi ultimi, perché andrebbero redatti sulla base di quello nazionale.
Si rimanda a futuri decreti anche la predisposizione di ulteriori misure di attuazione, auspicate nel dettato della Direttiva europea, atte a favorire ed incentivare il riutilizzo, il recupero (anche energetico), il riciclo (specialmente il *riciclaggio di alta qualità*), la raccolta differenziata, anche tramite la fissazione di obiettivi e standard quantitativi. Proprio in tema di obiettivi per la raccolta differenziata, anzi, si prevedono ulteriori misure di mitigazione per gli enti locali inadempienti che possono sottoscrivere accordi di programma col Ministero in deroga alle strategie comunitarie.
Come si vede da questo succinto esame, ancora decreti tecnici e attuativi da emanare (nel 205/2010 si contano almeno 20 rimandi… per altrettanti prossimi decreti?!), ancora ulteriori leggi, sia statali che regionali, e conseguenti numerose pronunce giurisprudenziali che, è facile prevedere, seguiranno e che, nell'insieme, non favoriranno di certo la chiarezza e l'efficacia delle misure normative, a tutto discapito dell'ambiente e di chi l'ambiente lo rispetta. In aggiunta, è bene ricordare, si è persa la possibilità di risolvere alcuni annosi problemi presentati dal D.Lgs. 156/2006. Ricordiamo i principali: mancata emanazione dei criteri per distinguere i rifiuti urbani da quelli assimilabili, la modifica o abolizione degli ATO (nessuno di essi funziona in tutto il Paese), attribuzione di compiti precisi alle Province che attualmente operano per lo più su deleghe regionali.
Sono state mantenute alcune sanzioni penali residuali per i soggetti che non ottemperano alle disposizioni del SISTRI, un sistema che ancora presenta molte perplessità. Già in un precedente articolo (De Leo et al., 2010), infatti, è stato evidenziato come, pur considerando il SISTRI un sistema necessario per lo snellimento delle operazioni connesse con la movimentazione dei rifiuti, le sue procedure operative – unite a quelle necessarie a seguito dell'iscrizione nel Registro delle imprese, nell'Albo Gestori ambientali, nonché ai sistemi di registrazione delle attività di gestione dei rifiuti all'interno degli stabilimenti, non monitorati dal SISTRI – risultano ancora troppo complesse e costose per le imprese. Inoltre, i codici CER (*Catalogo europeo dei rifiuti*), sui quali poggia tale sistema di tracciabilità, da più di 10 anni (l'ultima revisione, infatti, risale al 2001: Decisione 2001/573/CE del Consiglio) oramai non vengono più rivisti ed aggiornati, come sarebbe opportuno fare per tener conto del continuo progresso tecnico (Leoci et al., 2010).

Conclusioni

Da un esame *ictu oculi* della recente riforma della Parte IV del TUA traspare, come è oramai purtroppo solito constatare per il sistema italiano, un certo pressappochismo e disomogeneità dell'impianto normativo di base circa la questione dei rifiuti: si pensi, tra tutte, alla "fumosa" definizione di "*sottoprodotto*", ancorato a vaghi termini come "*normale* pratica industriale". Molti buoni spunti ed istituti della Direttiva n. 2008/98/CE vengono, quindi, sminuiti e sviliti nel trasposto legislativo italiano anche tramite un sovrabbondante rimando all'approvazione di successivi interventi normativi. Il tutto appare ancora come un *work in progress*, una struttura, un contesto normativo con molti vuoti e lacune che si spera siano colmate al più presto al fine di dare attuazione agli obiettivi economici ed ambientali tracciati in ambito comunitario.
Anche per lo stesso SISTRI, molti sono ancora i punti poco convincenti, pur riconoscendo a tale sistema il carattere di necessità ed urgenza. Un punto cruciale, in particolare, per quel che riguarda il trasporto dei *rifiuti pericolosi*, andrà chiarito: l'interfacciamento del SISTRI con i documenti di trasporto e le tecniche fondate sul *Trattamento Elettronico dei Dati* (EDP) o di *Scambio di Dati Informatizzati* (EDI), ritenuti dall'ADR indispensabili per informare adeguatamente i terzi circa i pericoli presentati dalle merci da trasportare.
Andranno, poi, al più presto risolti i tanti, e gravi, problemi tecnici delle attrezzature e dell'hardware (come la possibile vulnerabilità del sistema informatico, l'assenza di linee ADSL in determinati territori e l'abnorme consumo energetico delle *black-box*, la cui installazione non è prevista, peraltro, sui rimorchi e sui cassoni, che quindi possono ipoteticamente essere sottratti alla tracciatura) e sicuramente sfoltiti e semplificati gli adempimenti amministrativi e burocratici per le imprese, compresi gli oneri economici (particolarmente elevati per le aziende di trasporto), insieme ad una rimodulazione più opportuna delle sanzioni, specie penali, allo scopo di dare effettività, progressività repressiva e, non da ultimo, *credibilità* all'intero sistema e per non ripresentarsi a breve termine con un altro, ennesimo, decreto di proroga! Del SISTRI infine è difficile condividere la speranza di alcuni circa il possibile contributo alla lotta contro la criminalità ovvero contro il traffico illecito dei rifiuti. Coloro che operano al di fuori delle legge (e quindi sprovvisti di autorizzazioni,

certificati, ecc.) continueranno a farlo in barba a qualsiasi SISTRI. E' come se si volesse eliminare il contrabbando delle sigarette inserendo nel circuito dei negozi di tabacchi sistemi informatici…

Bibliografia

Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, Norme in materia ambientale, in SO n. 96 alla GU n. 88 del 14 aprile 2006.

Direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 19 novembre 2008, relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive, in GUUE L312 del 22.11.2008.

Decreto legislativo 3 dicembre 2010, n. 205, Disposizioni di attuazione della direttiva 2008/98/Ce del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008 relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive, in SO n. 269 alla GU n. 288 del 10.12.2010.

Giampietro F., Muratori A., Röttgen D., "Il D.Lgs. n. 205/2010 sui rifiuti: prima lettura", Ambiente & Sviluppo, 2, 105-115, 2011.

Decreto del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare del 17 dicembre 2009, Istituzione del sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti, ai sensi dell'articolo 189 del decreto legislativo n. 152 del 2006 e dell'articolo 14-bis del decreto-legge n. 78 del 2009 convertito, con modificazioni, dalla legge n. 102 del 2009, in SO n. 10 alla GU n. 9 del 13.1.2010.

OECD, Extended Producer Responsibility: A Guidance Manual for Governments, OECD Publishing, 20 March 2001.

Decreto 18 febbraio 2011, n. 52 Regolamento recante istituzione del sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti, ai sensi dell'articolo 189 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e dell'articolo 14-bis del decreto-legge 1° luglio 2009, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 3 agosto 2009, n. 102, in SO n. 107 alla GU n. 95 del 26.4.2011.

Decreto 17 dicembre 2009, Istituzione del sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti, ai sensi dell'articolo 189 del decreto legislativo n. 152 del 2006 e dell'articolo 14 -bis del decreto- legge n. 78 del 2009 convertito, con modificazioni, dalla legge n. 102 del 2009, GU n. 9 del 13.1.2010.

Decreto 15 febbraio 2010, Modifiche ed integrazioni al decreto 17 dicembre 2009, recante: «Istituzione del sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti, ai sensi dell'articolo 189 del decreto legislativo n. 152 del 2006 e dell'articolo 14 -bis del decreto-legge n. 78 del 2009 convertito, con modificazioni, dalla legge n. 102 del 2009». GU n. 48 del 27.2.2010.

Decreto 9 luglio 2010, con le Modifiche ed integrazioni al decreto 17 dicembre 2009, recante l'istituzione del sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti, ai sensi dell'articolo 189 del decreto legislativo n. 152 del 2006 e dell'articolo 14-bis del decreto-legge n. 78 del 2009, convertito, con modificazioni, dalla legge n. 102 del 2009. GU n. 161 del 13.7.2010

Decreto 28 settembre 2010, Modifiche ed integrazioni al decreto 17 dicembre 2009, recante l'istituzione del sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti. GU n. 230 del 1.10.2010.

Decreto 22 dicembre 2010, Aggiornamento degli importi delle sanzioni amministrative pecuniarie conseguenti a violazioni al Codice della strada, ai sensi dell'articolo 195 del decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285. GU n. 305 del 31.12.2010.

Regolamento (CE) n. 1907/2006 del Parlamento europeo e del Consiglio del 18 dicembre 2006, concernente la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche (REACH), che istituisce un'agenzia europea per le sostanze chimiche, che modifica la direttiva 1999/45/CE e che abroga il regolamento (CEE) n. 793/93 del Consiglio e il regolamento (CE) n. 1488/94 della Commissione, nonché la direttiva 76/769/CEE del Consiglio e le direttive della Commissione 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE e 2000/21/CE, in GUUE L396 del 30.12.2006, come rettificato nella GUUE L136 del 29.5.2007.

ECHA, "Guida ai rifiuti ed alle sostanze recuperate", Versione 2, maggio 2010, ECHA-10-G-07-IT, http://echa.europa.eu.

Decreto Ministeriale 27 settembre 2010 Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica, in sostituzione di quelli contenuti nel decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio 3 agosto 2005. GU n. 281 del 1.12.2010.

Regolamento (CE) n. 1272/2008 del Parlamento Europeo e Consiglio del 16 dicembre 2008, relativo alla classificazione, all'etichettatura e all'imballaggio delle sostanze e delle miscele che modifica ed abroga le direttive 67/548/CEE e 1999/45/CE che reca modifica al regolamento (CE) n. 1907/2006, in GUUE L353, 31.12.2008.

Farì A., "Rifiuti: l'Italia si allinea alle direttive comunitarie", Diritto e Pratica Amministrativa, Gruppo24Ore, 1, gennaio 2011.

De Leo F., Ruberti M., "Il sistema di tracciabilità dei rifiuti (SISTRI) lacune ed incongruenze", Atti del Convegno "I sistemi di gestione ambientale per lo sviluppo eco-sostenibile del territorio", Università degli Studi di Sassari – AISME, Alghero – Isola dell'Asinara, 24-25 giugno 2010, Arkadia Editore, Cagliari, 2010, ISBN: 978-88-96412-27-5, 121-127.

Decisione (CE) 3 maggio 2000, n. 532, Sostituzione della decisione 94/3/CE che istituisce un elenco di rifiuti conformemente all'articolo 1, lettera a), della direttiva 75/442/CE del Consiglio relativa ai rifiuti e della decisione 94/904/CE del Consiglio che istituisce un elenco di rifiuti pericolosi ai sensi dell'articolo 1, paragrafo 4, della direttiva 91/689/CEE del Consiglio relativa ai rifiuti pericolosi. In GUCE L226 del 6.9.2000.

Decisione 2001/573/CE del Consiglio del 23 luglio 2001, che modifica l'elenco di rifiuti contenuto nella Decisione 2000/532/CE della Commissione. GUCE n. L203 del 28.7.2001.

Leoci B., Ruberti M., "La nomenclatura e la codificazione degli elementi, dei composti, delle merci e dei rifiuti: luci ed ombre", Atti del Convegno "I sistemi di gestione ambientale per lo sviluppo eco-sostenibile del territorio", Università degli Studi di Sassari – AISME, Alghero – Isola dell'Asinara, 24-25 giugno 2010, Arkadia Editore, Cagliari, 2010, ISBN: 978-88-96412-27-5, 171-175, 2010.

Summary

THE NEW RULES ON WASTE MANAGEMENT: SOME CONCERNS

To give an excuse to abnormal and chaotic proliferate in various territorial contexts (UN, OECD, EU, Italy, etc.) of laws and provisions relating to waste management, you might need the maximum of Heraclitus «Panta rei os potamos», in order to highlight the fact that the constant changeability of this reality we must complement that equally "lively" one of the legislator. But this fact complicates more and more the situation: denying stability and legal certainty for economic operators and to the controllers and even encouraging those offences that the law would discourage and punish. In this note, as in the previous reserved for dangerous goods, we want to give an example of such unacceptable, absurd situation.

L'APPLICAZIONE DEI PRINCIPI DELLA CHIMICA VERDE NEL SETTORE TESSILE

LOLITA LIBERATORE, RAFFAELLA TADDEO
Dipartimento di Economia, Università degli Studi "G. d'Annunzio" di Chieti-Pescara
Viale Pindaro, 42, 65127, Pescara
e-mail: l.liberatore@unich.it

Riassunto
Lo sfruttamento incondizionato delle risorse naturali sta determinando pesanti ripercussioni sul sistema ecologico, economico e sociale.
Non c'è dubbio che la priorità del nostro secolo sia la ricerca di modelli di crescita sostenibili e duraturi in grado di conservare le materie prime preservando ed aumentando la qualità dell'ambiente.
La Chimica Verde potrebbe essere concepita come uno strumento efficace al raggiungimento degli obiettivi della Sostenibilità; tale approccio tecnologico, infatti, applica nuovi principi nei processi industriali, ed è uno strumento fondamentale per conseguire una crescita finalizzata a promuovere prodotti che riducano il bilancio energetico ed incrementino la capacità di carico naturale.
Questo lavoro prende in esame il comparto tessile, una delle più lunghe e complesse catene produttive, per verificarne le potenzialità al fine di perseguire obiettivi di sostenibilità e compatibilità ambientale.

Introduzione
Il nostro modo di vivere, di consumare e di agire sta condizionando la velocità del degrado entropico, il dinamismo con cui è dissipata l'energia utile, nonché il periodo di sopravvivenza della specie umana. Lo sfruttamento incondizionato delle risorse naturali, l'immissione sempre più frequente di sostanze xenobiotiche nell'ambiente e l'inquinamento conseguente allo sviluppo delle attività antropiche hanno determinato pesanti ripercussioni sul sistema ecologico.
Gli effetti negativi, che si sono manifestati con indubbia incidenza anche sulla crescita economico-sociale e l'incremento delle calamità naturali, hanno portato alla necessità di affrontare le problematiche ambientali fin dagli anni '60-'70, attraverso una serie di conferenze e congressi internazionali, che hanno permesso di giungere alla definizione del concetto di Sviluppo Sostenibile.
L'Agenzia Statunitense per la Protezione dell'Ambiente (EPA) ha coniato, nei primi anni '90, l'espressione *Green Chemistry* "per la promozione di innovative tecnologie chimiche in grado di ridurre o eliminare l'uso o la produzione di sostanze pericolose nella progettazione, produzione e utilizzo di prodotti chimici".
La Chimica Verde si è rivelata negli ultimi anni uno fra i più importanti approcci alla chimica, richiedendo le ricerche più sofisticate ed innovative e concretizzandosi nello sviluppo di processi industriali completamente nuovi. Viene, attualmente, riconosciuta sia come una metodologia pratica che come un approccio teorico al perseguimento della sostenibilità ambientale. Attraverso l'applicazione del concetto di Green Chemistry è possibile conseguire significativi risultati, in termini di riduzione del consumo di materie prime e risorse naturali, miglioramento dell'efficienza energetica, minori costi per il trattamento e lo smaltimento dei rifiuti.
Un contributo fondamentale alla sua concettualizzazione è da riferire a Paul Anastas e John Warner, i quali hanno definito una lista di 12 principi "concreti", in buona parte criteri di azione, di orientamento e di priorità che, nel loro insieme, costituiscono i pilastri della Green Chemistry (Anastas P. T., Warner J. C., 1998).
Una delle sfide più significative per l'industria chimica oggi è quella di continuare a provvedere ai bisogni della società senza causare un danno all'ambiente e ad un costo contenuto. Tradizionalmente i residui generati dai processi di fabbricazione vengono trattati dall'industria mediante appositi sistemi per favorirne lo smaltimento e inibirne la pericolosità a fine ciclo produttivo. La crescita degli standard qualitativi e dei requisiti normativi ambientali ha fatto sì che i costi di tali processi siano lievitati sensibilmente nel corso degli ultimi anni, rendendo più onerosa l'attività manifatturiera e talvolta mettendo in crisi l'idea stessa di poter raggiungere gli scopi richiesti mediante un trattamento finale (Vinci G. et al., 2007).
Emergono, pertanto, nuovi obiettivi che possono essere così individuati:

- adottare una prospettiva di valutazione allargata all'intero ciclo di vita;
- considerare l'impatto ambientale delle attività dei propri fornitori e clienti;
- in caso di prodotti durevoli, ponderare anche la riciclabilità;
- nei prodotti dissipativi, valutare attentamente le fasi di distribuzione, disseminazione ed uso, al pari della produzione;
- progettare sia processi che prodotti a basso impatto ambientale.

Diversi sono i campi di applicazione di tali principi; in base alla loro destinazione industriale, si possono individuare i seguenti comparti:

1. biopolimeri;
2. fitofarmaci;
3. detergenti naturali;
4. biolubrificanti;
5. biocarburanti;
6. biomasse;
7. fibre naturali;
8. coloranti naturali.

Il lavoro prende in esame in particolare il settore tessile attraverso una analisi tecnico-economica delle principali fibre naturali impiegate a livello europeo.

L'Industria Tessile

L'industria tessile rappresenta uno dei principali settori produttivi del comparto manifatturiero; essa, infatti, contribuisce, all'interno della Comunità Europea, al 5,4% del fatturato totale, al 4,8% del valore aggiunto annuo e al 7,9% dell'impiego nel settore secondario (De Vita R., 2006).
Le attività sono principalmente concentrate in 5 Paesi che rappresentano l'80% del tessile europeo: Italia, Germania, Inghilterra, Francia e Spagna (fig. 1).

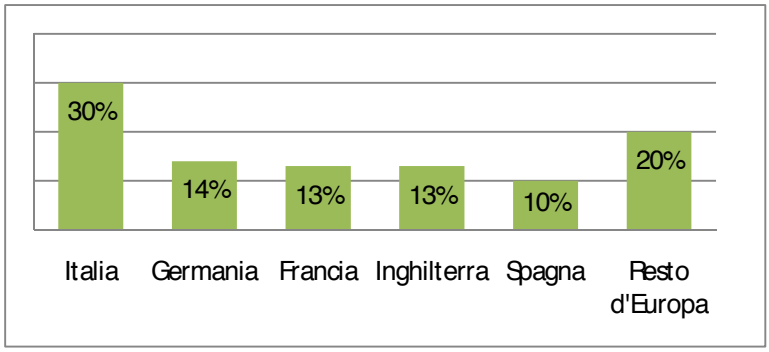


Fig. 1: Produzione tessile - abbigliamento in Europa 2008. Fonte: Eurostat 2008.

Con migliaia di imprese, il tessile - abbigliamento è uno dei settori più importanti dell'industria italiana; procura, infatti, un fatturato di oltre 44 miliardi di euro, una quota elevatissima di esportazioni (circa il 60% nel 2006) e, soprattutto, un'incidenza di circa il 2% sul PIL nazionale.
Il tradizionale fattore di successo è la capacità di coniugare innovazione, moda e stile creativo con nuove tecnologie e prodotti. Negli ultimi anni l'intero comparto, tuttavia, si trova impegnato a confrontarsi con nuovi *competitor*: i Paesi a basso costo del lavoro e quelli ad alta intensità di investimenti (Crudeli L. et al., 2004).
Data la criticità della realtà economica, la vitalità dell'imprenditoria nazionale necessita di nuove strategie, innovativi prodotti, migliore qualità, flessibilità e personalizzazione che consentano, da un lato, di valorizzare il settore moda e, dall'altro, di fronteggiare una domanda sensibile alle tematiche ambientali e attenta ai prodotti c.d. eco-compatibili, ragioni per cui, in tale contesto, la Chimica Verde potrebbe fornire le soluzioni ottimali per mantenere la posizione *leader* sul mercato mondiale e segnare il passo rispetto alle produzioni tradizionali.

Le caratteristiche distintive del settore tessile - abbigliamento italiano sono:

- la dimensione piccolo-media delle imprese, che in alcuni casi supera di poco i dieci dipendenti;
- il forte legame tra le realtà produttive e le comunità locali;
- la capacità di coniugare innovazione e stile creativo con le tecnologie produttive.

Nel nostro Paese, la filiera presenta una complessità molto elevata e un alto grado di frammentazione, soprattutto rispetto al mercato estero. Essa consiste, infatti, in una rete di relazioni tra fornitori, terzisti e clienti, che si sono consolidate nel tempo e che spesso non vengono adeguatamente misurate in termini di *performance* nell'ottica di un miglioramento continuo (Gnoli S., 2005).
La domanda dei consumatori sempre più esigenti e l'elevata competizione tra i distributori stanno riducendo drasticamente il ciclo di vita dei prodotti. Per rispondere efficacemente alle richieste del mercato, costituisce, quindi, obiettivo prioritario l'integrazione tra i diversi attori e la promozione di prodotti che potrebbero aprire innovativi e remunerativi scenari di crescita.

L'impiego di fibre naturali nel settore tessile
Da millenni l'uomo utilizza prodotti naturali di origine fibrosa per trasformarli in filati dai quali ottenere tessuti. Le materie prime per l'industria manifatturiera possono essere divise in due macrocategorie con caratteristiche qualitative e quantitative ben distinte:

- fibre naturali, che rappresentano i prodotti tessili più antichi le cui origini sono quasi sempre orientali;
- fibre sintetiche, che sono il frutto della moderna tecnologia e possono essere realizzate con matrici artificiali (ottenute da prodotti naturali con processi di rigenerazione delle materie prime o di modificazione delle sostanze di base) o sintetiche (ottenute per polimerizzazione) (Corbam B. P., 1990).

Le fibre tessili vegetali presentano caratteristiche morfologiche variabili o addirittura diverse da pianta a pianta. Queste possono essere classificate:

- a seconda delle parti da cui si ricavano: da seme (cotone), da fusto (lino, canapa, iuta, ramié), da foglia (sisal, abaca) e da frutto (cocco, kapok);
- a seconda della lunghezza delle fibre: lunghe (seta, fibre artificiali e sintetiche) e corte (cotone, lino, canapa, iuta, ramié, lana, amianto).

L'impatto della coltivazione di piante da fibra sull'ambiente differisce secondo la specie e il modo di coltivazione, le più utilizzate delle fibre tessili naturali, risultano essere il cotone ed il lino (fig. 2).

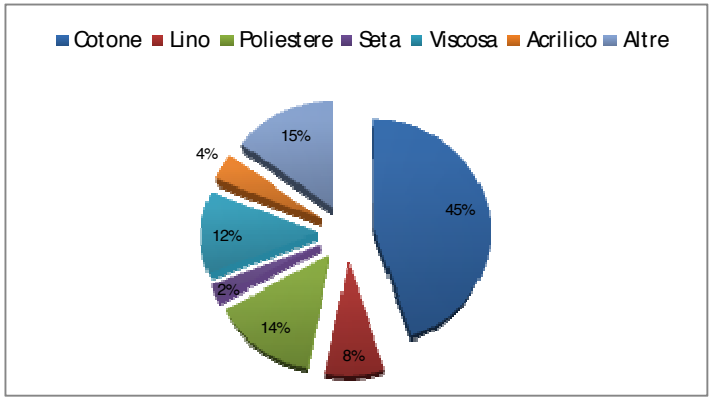


Fig. 2: Principali fibre impiegate in Europa 2008.

Il cotone
Il cotone è in assoluto la fibra più prodotta al mondo; soddisfa il 50% del fabbisogno tessile internazionale e rappresenta la coltura agricola non alimentare più diffusa, occupando il 15% della superficie coltivabile globale con un consumo procapite stimato in 7 kg annui.

Chimicamente è costituita per il 94% da cellulosa e contiene, inoltre, piccole quantità di proteine, pectine e sali minerali. I filamenti sono lunghi da 10 a 50 mm ed il diametro, nella parte mediana, varia da 12 a 40 micron. Le proprietà fisiche e meccaniche sono variabili in funzione della qualità e della provenienza del filato; si possono tuttavia fissare alcune caratteristiche generali: tenacità, elasticità, igroscopicità.
Oggi il cotone organico rappresenta lo 0,6% del coltivato mondiale (circa 32.000 ettari) con un tasso di crescita stimabile tra il 10 e il 20%.
Alcuni dati riportati dalla Organic Exchange, organizzazione impegnata ad espandere l'agricoltura biologica, con particolare attenzione ad aumentare la produzione e l'uso di fibre naturali, dimostrano che il 2009, a livello mondiale, è stato un anno dinamico per il settore bio. Inoltre, secondo l'Organic Cotton Market Report 2009 (AA. VV., 2009), le vendite al dettaglio, in termini di abbigliamento e di prodotti tessili per la casa, hanno raggiunto guadagni per circa 4,3 miliardi di dollari, con un incremento del 35% rispetto al 2008.
Le imprese del settore, in generale, hanno registrato una crescita significativa nell'adozione di standard destinati ad una maggiore tracciabilità del prodotto e lavorazione tessile sostenibile grazie, soprattutto, all'impegno dei dodici marchi principali: C & A (Belgio), Nike, Inc. (Usa), Walmart (Usa), Williams-Sonoma, Inc. (Usa), H & M (Svezia), Incudine Maglieria (Usa), Coop Svizzera, Greensource Organic Abbigliamento Co. (Usa), Levi Strauss & Co. (Usa), Target (Usa), Adidas (Germania) e Nordstrom (Usa).

Il lino

Il lino è una fibra composita, costituita per circa il 70% da cellulosa. La sua coltivazione è relativamente semplice e facilmente applicabile. La concimazione è realizzata con quantitativi molto bassi di fertilizzante, poiché un eccesso di prodotti azotati causerebbe un allettamento della coltura (riduzione dell'altezza delle piante, allungamento del ciclo vegetativo, minore produzione di seme, qualità inferiore della fibra). La tecnologia ha interessato marginalmente la preparazione della fibra ovvero il processo di macerazione, passando dalla macerazione alla rugiada dei prati, alla macerazione in torrenti (acqua corrente), alla macerazione in vasca, alla macerazione in tino o meccanica, ed infine alla macerazione chimica, incidendo sull'aumento di produttività a discapito della colorazione e della resistenza della fibra stessa, ottenendo un fibra di lino in genere più scura e meno resistente. Attualmente si stanno studiando nuove tecnologie relative alla fibrillazione della fibra di lino per renderla più facilmente filabile.
Per la coltura del lino tessile, l'Unione Europea prevede un contributo sul prodotto lavorato (lino stigliato) che è diviso tra il coltivatore (25%) ed il trasformatore (75%). In buone condizioni di coltivazione la produzione di paglia varia da 6 a 7 t/ha ma non si escludono produzioni maggiori, qualora le colture non abbiano subito danni a causa di precoci attacchi batterici e/o fungini, o in seguito ad allettamento. Attualmente esistono in Europa numerose varietà ed il lavoro di selezione e di creazione di nuove, ad alto valore tecnologico, dotate di particolari resistenze al freddo ed alle fitopatie, è in fase avanzata. Per queste ricerche sono impiegate anche nuove tecnologie biologiche, quali la manipolazione genetica, la coltura di tessuti e di embrioni. Per quanto riguarda la resistenza al freddo si tende ad ottenere uno "zero di vegetazione" inferiore a quello già accertato per alcune varietà che varia da 5 a 9 °C (AA. VV., 2005).

Il mercato tessile biologico e le prospettive future

Il settore del tessile biologico presenta ancora oggi caratteristiche peculiari tali per cui risulta essere tuttora giovane, piccolo, globale, altamente frammentato e con un elevato potenziale di crescita (AA. VV., 2005).
Il mercato principale è l'Europa (pari ad oltre il 50% del totale) con la Germania che, con i suoi 220 Milioni di Euro, è sicuramente il più rappresentativo, seguito dalla Svizzera con 95 Milioni di Euro e l'Inghilterra con circa 37,5 Milioni di Euro (Nordås H. K., 2004) (fig. 3).

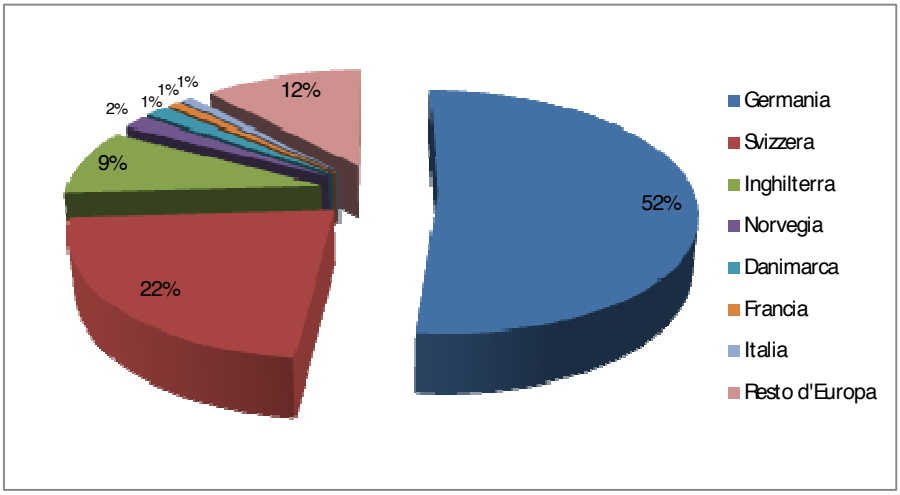


Fig. 3 Mercato Europeo del tessile biologico.

L'Italia, con un volume d'affari che si aggira sui 4 Milioni di Euro, è attualmente un Paese in cui pochi pionieri operano nel settore, dove è ancora scarso il livello di conoscenza tra gli stessi operatori.
Gli aspetti più significativi su cui bisogna investire maggiormente per promuovere il mercato del tessile biologico sono:

- la crescente attenzione e sensibilizzazione da parte dei cittadini verso le tematiche ecologiche;
- l'emergere di "consumatori verdi";
- un mercato ormai affermato per i prodotti alimentari biologici, che può fungere da traino anche per quelli tipicamente industriali che derivino da materie prime agricole;
- le preoccupazioni delle aziende leader per i rischi connessi alle proprie attività;
- il sostegno da parte di Enti pubblici ed organizzazioni ambientaliste e di categoria.

In tale contesto fondamentale risulta l'analisi condotta dall'Icea (Istituto per la certificazione etica ed ambientale) dalla quale si evince che i costi maggiori dei prodotti tessili biologici, in comparazione con quelli convenzionali, sono sicuramente fra i fattori che costituiscono un ostacolo per la loro affermazione sul mercato. Considerando che gran parte dei consumatori non sono generalmente pronti a pagare cifre che siano significativamente superiori, diviene cruciale analizzare le differenze di costo che caratterizzano tali produzioni per evitare il ristagno dell'intero settore.
Per comprendere tali aspetti può risultare utile una breve analisi di quanto accade al comparto del cotone biologico. I maggiori oneri del cotone biologico nel settore agricolo sono oggi riconducibili ai costi di addestramento e consulenza indispensabili ad acquisire le conoscenze necessarie per la produzione e la certificazione e, soprattutto al premio pagato nell'ambito dei meccanismi di Commercio Equo e Solidale (*fairtrade*) (tab. 1).

Tab. 1: Incrementi di costo nelle fasi della filiera biologica. Fonte: Lammatest 2008.

FASE DELLA FILIERA	INCREMENTO
Produzione Agricola	*costo superiore del 15-30% rispetto al cotone convenzionale es. perdite produttive, costi di consulenza*
Filatura	*costi maggiori dovuti alle piccole quantità lavorate e alle produzioni "parallele" che devono essere avviate*
Tessitura	*costo superiore del 10-20%*
Tintura e Fissinaggio	*costi imputabili agli aspetti organizzativi connessi alla gestione delle produzioni e all'impiego di coloranti o additivi ottimizzati dal punto di vista ecologico (circa il 10%)*

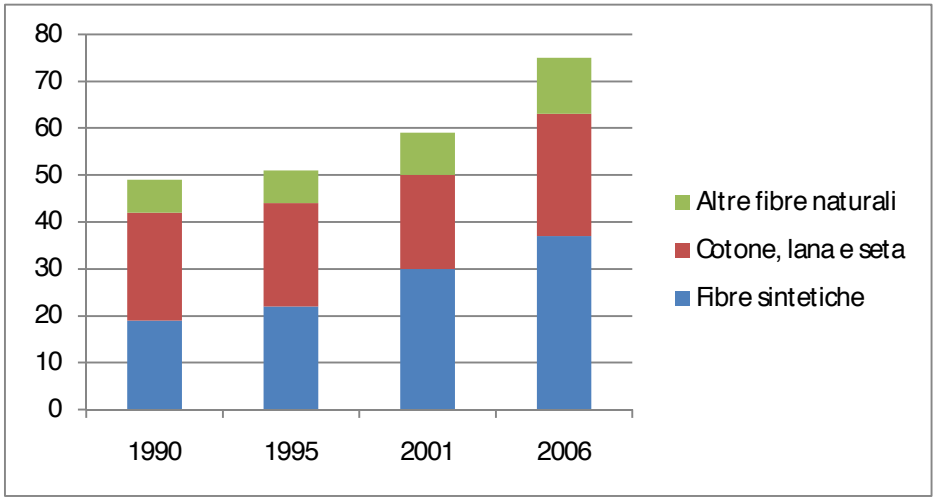


Fig. 4: Domanda mondiale di fibre naturali e sintetiche in milioni di tonnellate.

La sostituzione delle fibre sintetiche con quelle biologiche a basso impatto chimico, seppur in prima analisi economicamente sconveniente, risulta essere, nel medio - lungo periodo, fondamentale per garantire un migliore equilibrio nei sistemi industriali e ridurre la dipendenza dal petrolio in vista di un futuro sempre più decarbonizzato (fig. 4).
Le fibre naturali risultano in fase di acquisto molto più costose con prezzi che possono variare da un minimo di 4,85 €/kg ad un massimo di 5,45 €/kg per il lino, ai molto più contenuti prezzi delle fibre artificiali che, ad esempio, nel caso della fibra acrilica, possono andare da un minimo di 0,60 €/kg ad un massimo di 0,75 €/kg (Fonte: Camera di Commercio di Prato). Ciò è da imputare all'impossibilità per le fibre naturali di poter conseguire economie di scala a causa di diversi fattori (Evans B. C., 2007), tra cui:

- un prodotto vegetale prevede una filiera molto lunga (semina, coltura, trattamento, raccolto, stoccaggio in sito e trasporto in fabbrica);
- la lavorazione non avviene interamente in stabilimento bensì è segmentata fra i diversi attori coinvolti;
- le fibre sono caratterizzate da una elevata localizzazione poiché non sono distribuite uniformemente sul territorio e ciò non permette una crescita tecnica costante;
- un tessuto per essere definito "bio" deve essere trattato e lavorato in condizioni eco-compatibili e non può, in alcun modo, venire a contatto con coloranti sintetici;
- una produzione "verde" prevede la revisione dell'intero sistema produttivo e l'introduzione di nuovi macchinari con elevate immobilizzazioni che vanno ad incidere sul prezzo finale del filato e del bene stesso;
- i nuovi prodotti necessitano di una manodopera differente che riscopra i metodi di lavorazione tradizionali.

Conclusioni

Il settore del tessile biologico rappresenta un'interessante risposta delle economie occidentali alla pressione concorrenziale esercitata dai Paesi in via di sviluppo. Lo scenario che si delinea mette in evidenza come lo spostamento delle produzioni di massa a basso valore aggiunto nei Paesi Asiatici rappresenti ormai una realtà consolidata. Una delle strade individuate per rilanciare tale settore e renderlo nuovamente competitivo riguarda l'incentivazione di produzioni ad alto valore aggiunto, nelle quali la qualità, la tracciabilità e l'innovazione costituiscano una valida alternativa. Inoltre, date le caratteristiche del mercato che risulta per alcuni aspetti ancora "giovane", è facile auspicare anche delle potenzialità di crescita molto forti. Nel caso specifico del mercato italiano, è possibile affermare che esso risulta essere ancora una piccola realtà in forte espansione; solo negli ultimissimi anni cominciano, infatti, a farsi largo i primi prodotti tessili biologici c.d. "*Made in Italy*", quali T-shirt, maglie, felpe ed intimo rispettosi dell'ambiente e dei diritti dei lavoratori.

Bibliografia
AA. VV., "Il settore tessile in Italia: fibre naturali e comfort. Analisi conoscitiva e prospettive", in http://www.lammatest.rete.toscana.it/lammatest/documenti/lamma-test_manuale.pdf, 2005.
AA. VV., "Organic cotton market report 2009", in http://www.organicexchange.org/Documents/market_high_fall09.pdf, 2009.
Anastas P. T., Warner J. C., "Green Chemistry Theory and Practice", Oxford University Press, New York, 1998.
Corbam B. P., "Manuale delle fibre tessili", Tecniche Nuove, Milano, 1990.
Crudeli L., Guidetti G., Mazzanti M., "Dinamiche occupazionali e formazione nelle imprese: il mercato del lavoro in Italia", FrancoAngeli, Milano, 2004.
De Vita R., "Il settore tessile: caratteristiche ed evoluzione recente", in Alberti F. (cur.) "Il distretto tessile di Como. Analisi e prospettive di sviluppo", Aracne Editrice, Roma, 2006.
Evans B. C., "L'aumento nell'uso e nelle applicazioni delle fibre naturali nei materiali compositi", Conferenza Internazionale sui tessuti, Madison, 2007.
Gnoli S., "Un secolo di moda italiana, 1900-2000", Meltemi Editore, Roma, 2005.
Nordås H. K., "The Global Textile and Clothing Industry post the Agreement on Textiles and Clothing", WTO Discussion Paper no. 5, WTO Secretariat, Geneva, 2004.
Vinci G., Restuccia D., Pirro F., "Industria chimica e sviluppo sostenibile: la chimica verde", Nuova Cultura, Roma, 2007.

Summary
THE APPLICATION OF THE PRINCIPLES OF GREEN CHEMISTRY IN THE TEXTILE SECTOR

Unconditional exploitation of natural resources is leading to serious repercussions on the ecological system, economic and social development. There is no doubt that the priorities of this century and the search for sustainable and durable growth models able to store raw materials while preserving and enhancing environmental quality.
Green Chemistry could be considered as an effective tool to achieve the Sustainability goals; this technological approach, in fact, applies the new standards in industrial processes, and it is an essential instrument for achieving growth aimed at promoting products that reduce energy balance and should increase the natural carrying capacity.
This paper examines the textile industry, one of the longest and most complex supply chains, to assess its potential to pursue sustainability and environmental compatibility.

LA LIFE CYCLE ASSESSMENT DEI FILM PLASTICI PER SERRICOLTURA

AGATA LO GIUDICE[*], MARIA TERESA CLASADONTE[*], CARLO INGRAO[**]
[*]Dipartimento di Impresa, Culture e Società, Università degli Studi di Catania
Corso Italia 55, 95129 Catania
e-mail: a.logiudice@unict.it; clasadonte@unict.it
[**]Ingegnere Ambientale, Collaboratore esterno del Dipartimento di Impresa, Culture e Società ,Università di Catania, Corso Italia 55, 95129 Catania
e-mail: ing.ingrao@gmail.com

Riassunto
Negli ultimi decenni, l'impiego delle materie plastiche in agricoltura ha portato ad apprezzabili risultati, sia sotto il profilo economico che produttivo. Il loro ampio utilizzo, tuttavia, genera, al contempo, un grave problema ambientale poiché, al termine della loro vita utile, tali materie diventano rifiuto comportando, spesso, evidenti ripercussioni sul paesaggio e sull'ambiente. Obiettivo di questo lavoro è quello di individuare e analizzare i principali impatti ambientali associati al ciclo di vita dei film plastici di copertura utilizzati in serricoltura. Lo studio è stato condotto in accordo con le norme ISO della serie 14040:2006, scegliendo come unità funzionale 1 kg di film plastico di una delle tipologie più comunemente utilizzate e come confini del sistema le fasi di: produzione del polimero; produzione del film, fine vita del film. Relativamente alla fase di utilizzo, questa non è stata presa in considerazione poiché esente da impatti ambientali rilevanti.

Introduzione

Negli ultimi decenni, le attività agricole e, in particolare, le colture protette hanno risentito delle innumerevoli innovazioni tecnologiche di settore. Tutto ciò, se da un lato ha rappresentato un' inesauribile fonte di reddito per gli addetti, dall'altro ha comportato, come in qualunque processo di sviluppo, modificazioni del territorio e l'immissione, nell'ambiente, di un elemento estraneo e, tuttavia, determinante: la plastica.
Le materie plastiche hanno avuto e continuano ad avere un ruolo significativo rilevante nell'evoluzione dell'attività agricola, anche se presentano problematiche ambientali non indifferenti sia per l'azienda agricola, che per l'intera società. Infatti, se si considera, ad esempio, che ogni agricoltore fa uso, mediamente, di circa 250 kg di film plastici per ogni 1000 mq di serra coperta e che tali film hanno un tempo di vita limitato, ne deriva che la quantità di materiale dismesso, che rimane sul territorio e che, molte volte, non viene correttamente gestito e smaltito, è decisamente elevata.
Da quanto sopra esposto è scaturita l'idea di valutare, tramite *Life Cycle Assessment (LCA),* l'impatto ambientale totale associato al ciclo di vita dei film plastici di coperture per serre e quanto incide positivamente su di esso l'eventuale recupero, mediante riciclo meccanico, del prodotto a fine vita.
L'argomento non sembra sia stato ancora trattato approfonditamente né a livello nazionale né tantomeno in quello internazionale. Infatti, da un'accurata ricerca bibliografica svolta in questo ambito è emerso che esistono lavori in gran parte relativi riguardanti: l'analisi delle prestazioni, delle proprietà e delle caratteristiche di degradazione di tali film (Alhamdan A. M., Al-Helal I., 2009; Briassoulis D., et. al., 2004; Briassoulis D., et al., 1997a; Briassoulis D., et al., 1997b; Dilara P.A. e Briassoulis D., 2000; Dilara P.A. e Briassoulis D., 1998); le innovazioni tecnologiche realizzate per migliorarne le caratteristiche meccaniche e spettro radiometriche (Margiotta S., et. al., 2005) e la loro compatibilità ambientale (Castronuovo D., et al., 2009); per quanto riguarda indagini specifiche che utilizzano l'LCA, si segnalano alcuni lavori di valutazione ambientale di coltivazioni effettuate in serra (Russo G., et. al, 2004; Assumpcio A., Montero J., Munoz P., Castells F., 2005; Torrellas M., et al. ,2008) e uno relativo ai principali prodotti plastici utilizzati in agricoltura, in particolare quelli impiegati per la pacciamatura (Bos U., et al., 2007).

La plastica e l'agricoltura

In agricoltura le materie plastiche trovano ampio utilizzo nella protezione delle coltivazioni (serre e piccoli tunnel), nella pacciamatura del terreno e per la copertura stagionale dei frutteti, nella produzione di tubazioni

di irrigazione e drenaggio, per la solarizzazione del terreno, per l'insilaggio e l'imballaggio, per le operazioni di raccolta, trasporto e stoccaggio e vendita dei prodotti agricoli. Inoltre, è possibile utilizzare tali materiali per realizzare vasi per piante e fiori ornamentali o da usare nei vivai per creare substrati di colture fuori suolo, contenitori per prodotti agrochimici e strumentazione varia.
In questo settore il consumo di materie plastiche si attesta a livello mondiale intorno a 3.500.000 t/anno e a quello europeo intorno a 700.000 t/anno. In Italia la quantità impiegata si aggira intorno a 400.000 t/anno, di cui quasi la metà destinata alle colture protette. A questi quantitativi, corrisponde un flusso di materiale post-consumo che si attesta intorno a 250.000 t/anno, di cui circa il 44% proveniente sempre dal settore della serricoltura (Margiotta S., et. al., 2005; http:// www.plasticsconverters.eu). Quest'ultimo è caratterizzato da un elevato impatto ambientale, legato soprattutto all'uso dei film plastici di copertura. Essi, infatti, sono generalmente caratterizzati da spessori molto piccoli (30-200 μm) ed hanno un tempo di vita che va da alcuni mesi a 3-4 anni, in base alle loro proprietà fisiche e meccaniche, al degrado cui sono soggetti per l'esposizione ai raggi UV e all'aggressione degli agenti chimici presenti nei fitofarmaci, e in base all'azione meccanica prodotta dagli agenti atmosferici avversi. Tutto ciò determina un costante rinnovo dei film adoperati con un conseguente elevato quantitativo di materie plastiche dismesse che dovranno successivamente essere smaltite (Dal Sasso P., Mugnozza Scarascia G, Marinelli G., 2009).
Purtroppo il flusso dei rifiuti plastici spesso non procede verso un razionale processo di trattamento. In molti casi, infatti, l'irresponsabilità ed il comportamento poco rispettoso degli interessi della collettività, dell'ambiente e della legge, porta alcuni agricoltori ad abbandonarli illegalmente ai margini dei terreni coltivati, lungo i corsi d'acqua o in discariche abusive, ovvero a bruciare in maniera incontrollata i film dismessi, determinando un diffuso stato di degrado ambientale, con gravi conseguenze anche economiche. L'abbandono dei rifiuti plastici lungo i corsi d'acqua, nei canali di bonifica o negli alvei fluviali determina anche un pericolo tangibile ostacolando il naturale deflusso delle acque con conseguenti esondazioni e/o alluvioni. Nel caso in cui si bruci la plastica in modo incontrollato, invece, si generano emissioni di diossina (bruciando PVC) e di altri gas tossici e nocivi, quali CO_2 (biossido di carbonio, noto come anidride carbonica), CO (monossido di carbonio), H_2S (solfuro di idrogeno), SO_2 (anidride solforosa), NH_3 (ammoniaca). Dal punto di vista economico, invece, il mancato recupero delle materie plastiche post-consumo si traduce in una perdita di materiale e/o di energia poiché esse, se sottoposte a procedimenti di lavorazione meccanica e termici, possono portare alla produzione di materia prima seconda (Mugnozza Scarascia G., Picuno P., Sica C., 2006).
Negli ultimi anni, tuttavia, in conformità delle leggi in vigore (D. Lgs. n. 22/1997) e per effetto della recente normativa in materia ambientale (D. Lgs n. 152/2006), si è iniziata a diffondere la pratica del riciclaggio anche per i rifiuti plastici di origine agricola. Non stupisce quindi se la comunità scientifica si sia interessata alla possibilità, ad esempio, di produrre nuovi film rigenerati, mediante riciclaggio meccanico, a partire da film plastici dismessi. Esami di laboratorio volti a determinare alcune caratteristiche meccaniche (resistenza massima a trazione, % di allungamento a rottura) e spettroradiometriche (trasmittanza, riflettenza e assorbanza) hanno consentito di esprimere giudizi di idoneità sul loro possibile utilizzo nelle pratiche agricole, come ad esempio la pacciamatura delle coltivazioni o la solarizzazione del terreno (Castronuovo D. et al., 2009).

Parte sperimentale

Lo studio effettuato è stato realizzato grazie alla fattiva collaborazione di due aziende: una che si occupa della produzione di film plastici per agricoltura e una che, invece, gestisce un impianto per la raccolta, il trattamento ed il riciclaggio di fogli di polietilene a bassa densità (LDPE). Il film plastico prescelto per lo studio è tra quelli più comunemente utilizzati per la copertura di serre e i componenti principali, a parte i caratteristici additivi, sono polietilene (PE) ed etilene vinilacetato (EVA). L'analisi è stata condotta in accordo con le linee guida e i requisiti imposti dalle norme ISO della serie 14040 ed è divisa nelle seguenti fasi: definizione dello scopo e del campo di applicazione; analisi dell'inventario (LCI); valutazione degli impatti (LCIA) e interpretazione dei risultati (LCI).

Definizione dello scopo e del campo di applicazione

Scopo di questo lavoro è quello di quantificare l'impatto ambientale totale dovuto al ciclo di vita del film plastico scelto e, sulla base dei risultati ottenuti, valutare possibili miglioramenti del processo produttivo.

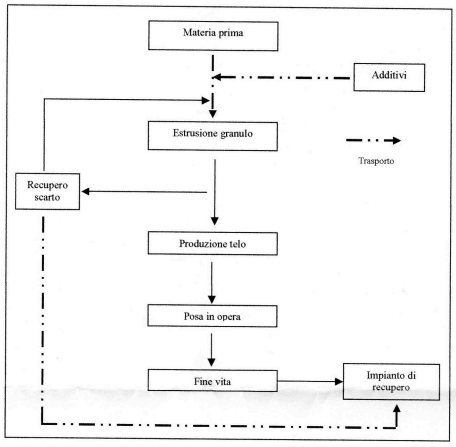
Unità funzionale

Nel caso specifico è stata scelta, come unità funzionale, 1 kg di film plastico per copertura.

Confini del sistema

Dopo aver condotto uno studio approfondito del processo produttivo dei film plastici per copertura, nonché del loro smaltimento, si è stabilito che i confini del sistema debbano includere le seguenti fasi (figura 1): produzione dei polimeri (materia prima); produzione del film plastico; fine vita del film plastico. Relativamente alla fase di utilizzo, questa non è stata presa in considerazione poiché esente da impatti ambientali rilevanti.

Figura 1 – I confini del sistema



Fonte: Elaborazione personale

Qualità dei dati

I dati sono stati reperiti prevalentemente sul campo grazie alla disponibilità delle due aziende, cercando di garantirne la stessa qualità allo scopo di evitare possibili errori nelle analisi finali. Tutte le altre informazioni sono state reperite all'interno della banca dati Ecoinvent Data v 2.0 o da dati di settore.

Risultati e discussioni

Nel caso esaminato, la fase di valutazione del danno è stata effettuata includendo sia gli elementi obbligatori (stabiliti dalle norme ISO 14040 e 14044), che quelli opzionali. Lo studio è stato condotto utilizzando il software SimaPro 7.2.2 e per la fase di valutazione è stato scelto il metodo Impact 2002+, che raggruppa le diverse categorie di impatto in quattro categorie di danno: *Human Health*; *Ecosystem Quality*; *Climate Change*; *Resources*.

Valutazione degli impatti del ciclo di vita

Il danno totale è quantificabile in 5,88 $*10^{-4}$ pt, principalmente, dovuto per il: 64% alla produzione del granulo di LLDPE; 58% alla produzione del granulo di LDPE; 19,7% al consumo di energia elettrica; 16,1% alla produzione del granulo di EVA; 13,5% agli additivi in forma granulare a base di PE; - 82,4% al riciclo del telone a fine vita (danno evitato) (figure 2 e 3).

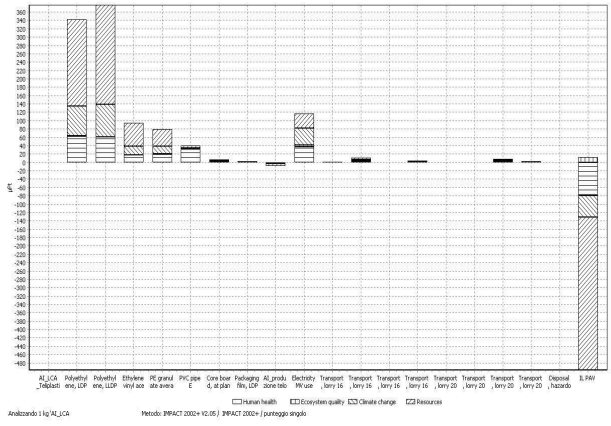


Figura 2 - Valutazione punteggio singolo per categoria di danno (Impact 2002+)

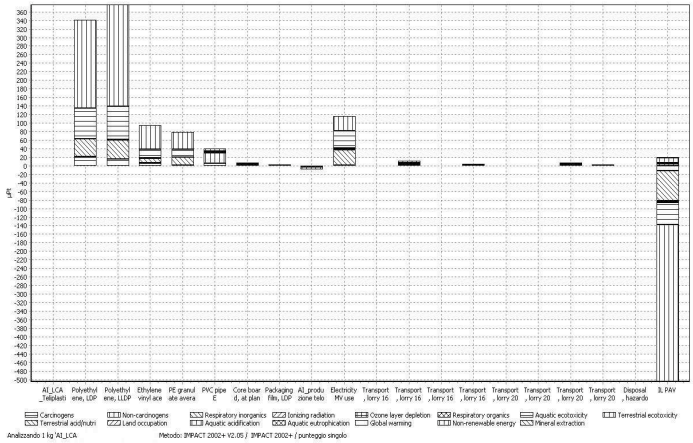


Figura 3 - Valutazione punteggio singolo per categoria di impatto (impact 2002+)

In termini di categorie di danno, il danno totale è così distribuito: *Resources*, 37,3%; *Climate change*, 31,6%; *Human Health*, 26,8%; *Ecosistem Quality*, 4,2%.
Per maggiore chiarezza si riportano, di seguito, e si discutono i risultati per ognuna delle categorie di danno sopra elencate.

Resources
Il danno arrecato vale 2,2 * 10^{-4} pt, attribuibile per il:

- **119%** al consumo di 870 gr di "*oil, crude, in ground*", a sua volta derivante per il: 46,9% dalla produzione di granulo di LLDPE; 38,1% dalla produzione di granulo di LDPE; 11,3% dalla produzione di granulo EVA;
- **92%** dal consumo di 762 dm^3 di "*gas, natural in ground*", dovuto, a sua volta, per il: 49,4% al consumo di granulo in LLDPE; 39,9% al consumo di granulo in LDPE; 9,94% al consumo di granulo EVA.

Sviluppando le analisi, si è osservato un danno evitato in termini di "*gas, natural, 36,6 MJ*m3, in ground*" per il -55,2%; "*oil, crude, feedstock 41 MJ*KG, in ground*" per il -59,5%; "*gas, natural, feedstock, 35 MJ*m3, in ground*" per il -60,6% da attribuirsi interamente all'impianto di riciclaggio e, in particolare, ai benefici associati al prodotto evitato. In termini quantitativi, è risultato che il riciclo di 1 kg di telone comporta il risparmio di: 504 dm^3 "*gas, natural, 36,6 MJ*m3, in ground*"; 485 gr "*oil, crude, feedstock 41 MJ*KG, in ground*"; 578 dm^3 "*gas, natural, feedstock, 35 MJ*m3, in ground*".

Climate Change
Il danno vale 1,86 *10 $^{-4}$ pt ed è attribuibile per il:

- **90%** all'emissione in aria di 58,5 oz (= 1,66 kg) di "*carbon dioxide, fossil*" dovuto a sua volta per il: 42,9% alla produzione del granulo in LLDPE; 39,9% alla produzione del granulo in LDPE; 11,6% alla produzione di EVA.

Human Health
Il danno vale 1,58 *10 $^{-4}$ pt ed è attribuibile per il:

- **33,5%** all'emissioni in aria di 6,86 gr di "*sulfur oxides"*, dovuto per il 36,4% al consumo di energia elettrica aziendale;
- **21,1%** all'emissione in aria di 4,32 gr di "*sulfur dioxide"*, dovuto per: 45,9% alla produzione di granuli di LDPE; 39,1% alla produzione di granuli di LLDPE; 9,54% alla produzione di granulo EVA;
- **20%** all'emissione in aria di 22,6 mg di "*hydrocarbons, aromatic"*, dovuto per il: 63,3% alla produzione di granulo di LDPE; 48,5% alla produzione di granulo di LLDPE; 17,9% alla produzione di granulo di EVA; -35,4% al riciclo di 1 kg di film e, in particolare, quasi interamente al prodotto evitato. In termini di emissioni di questa sostanza, il processo di riciclaggio garantisce un risparmio di 7,99 mg;

- **16,7%** all'emissione in aria di 267 mg di "*particulates* < 2,5 μ", dovuto per il: 51,8% alla produzione del granulo di LLDPE; 25,7% alla produzione di granulo di LDPE; 10,7% alla produzione del granulo EVA.

Ecosistem Quality
Il danno vale 2,47 *10 $^{-5}$ pt ed è attribuibile per il:

- **43,9%** all'emissione, sul terreno, di 24,1 mg di "*alluminio*", dovuto per il: 76,8% all'impianto di riciclo e, in particolare, per il 99,2% al consumo di energia elettrica aziendale;
- **14%** all'emissione sul terreno di 1,01 mg di "*zinco*", dovuto (a sua volta) per il: 29,9% all'impianto di riciclo ed in particolare per il 97,6% al fabbisogno di energia elettrica totale dell'azienda; 20,2% al trasporto dell'LDPE dall'impianto di produzione alla azienda produttrice dei film plastici; 17% alle anime di cartone utilizzate per confezionare le bobine.

Discutendo i risultati in termini di categorie di impatto, si osserva che quelle che causano i valori più alti di danno sono, fondamentalmente, tre: *Non Renewable Energy; Global Warming; Respiratory Inorganic.* In tabella 1 è stato associato ad ognuno di esse il punteggio di pesatura, mentre in figura 4 è stato associato il valore di caratterizzazione.

Impacts categories	Weighing (pt)	Characterization value	U.M.
Non renewable Energy	**2,2 E-4**	**33,4**	MJ primary
Global Warming	**1,86 E-4**	**1,84**	kg CO_2eq
Respiratory Inorganics	**8,84 E-5**	**8,96E-4**	kg $PM_{2.5}$eq

Tabella 1 - Categorie di impatto causanti il danno maggiore

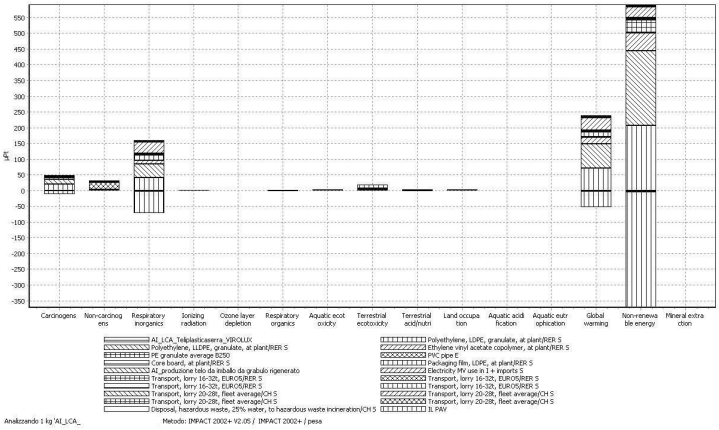


Figura 4 - Pesatura per categoria di impatto (Impact 2002+)

Dalle valutazioni effettuate si è evinto che le fasi più impattanti del processo produttivo in questione risultano quelle relative alla produzione dei granuli di LLDPE e LDPE (in minima parte anche degli additivi in forma granulare a base di PE) e quella connessa con il consumo di energia elettrica a sua volta legato all'intero processo produttivo. Le stesse analisi hanno messo in evidenza i danni evitati (in termini di risorse non rinnovabili non consumate e di emissioni in aria non prodotte) derivanti dal riciclo del film plastico.

Conclusioni

In generale, la metodologia LCA consente di quantificare l'impatto ambientale totale associato al ciclo di vita e, sulla base dei risultati ottenuti, di valutare i possibili miglioramenti in termini di metodologia produttiva. Nel caso esaminato, per quanto riguarda l'energia elettrica utilizzata, si potrebbe ipotizzare l'orientamento verso sistemi di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili mediante, ad esempio, l'installazione di un impianto fotovoltaico. Per quanto riguarda la produzione dei granuli di materia prima, invece, emerge la necessità di sensibilizzare sempre più gli utilizzatori di questi film plastici (gli agricoltori) ad una loro gestione ambientale più corretta.
In particolare, il processo di riciclo meccanico dei film agricoli dismessi potrebbe costituire un appropriato sistema di recupero capace sia di ridurre gli effetti negativi, che tali materiali hanno sull'ambiente, sia di limitare i consumi di materie non rinnovabili, potendoli riutilizzare come materie prime seconde. I film

agricoli, in particolare, ben si prestano al riciclaggio meccanico, perché caratterizzati da una gamma limitata di polimeri (per la maggior parte poliolefine quali LDPE ed EVA).
Come sottolineato nei paragrafi precedenti, recentemente sono stati condotti studi volti ad indagare la possibilità tecnica di realizzare film rigenerati mediante riciclaggio meccanico di film plastici agricoli dismessi, da reimpiegare in agricoltura o in altri settori industriali. I risultati di tali analisi hanno mostrato che alcuni film riciclati presentano proprietà meccaniche e ottiche confrontabili con quelle di film estrusi da granulo vergine, per cui l'individuazione di opportuni additivi da aggiungere alle mescole, ovvero lo sviluppo di processi più avanzati che portino ad una loro migliore formulazione, potrebbe rendere ancora più interessante la soluzione consistente nel riciclaggio meccanico, determinando condizioni favorevoli per un reimpiego nel medesimo settore agricolo o in altre applicazioni (Picuno P., Mugnozza Scarascia G., Sica C.,2009).

Bibliografia

Alhamdan A. M., Al-Helal I. M., "Mechanical deterioration of polyethylene greenhouses covering under arid conditions", Journal of materials processing technology, 209, 63-69, 2009

Briassoulis D. et. al., "Degradation Characterisation of Agricultural Low-density Polyethylene Films", Biosystems Engineering, 88 (2), 131-143, 2004

Briassoulis D., et al., "Mechanical Properties of Covering materials for greenhouses. Part 1: general overview", J. agric. Engn Res., 67, 81-96, 1997a

Briassoulis D., et al., "Mechanical Properties of Covering materials for greenhouses. Part 2: quality assessment", J. agric. Engn Res., 67, 171-217, 1997b

Dilara P.A. e Briassoulis D., "Degradation and stabilization of Low-density Polyethylene Films used as greenhouses Covering Materials", J. agric. Engn Res., 76, 309-321, 2000

Dilara P.A. e Briassoulis D., "Standard testing methods for mechanical properties and degradation of low density polyethylene (LDPE) films used as greenhouse covering materials: a critical evaluation", Polymer Testing, 17, 549-585, 1998

Margiotta S., et al., "Prove di solarizzazione con film plastici innovative: aspetti tecnici ed agronomici", in Atti del VIII° Convegno della Italian Society of Agricultural Engineering "L'ingegneria agraria per lo sviluppo sostenibile dell'area mediterranea", Catania, 1-12, 27-30 giugno 2005

Castronuovo D. et al., "Le plastiche biodegradabili in ortofloricoltura: dai film ai contenitori, un decennio di studi e ricerche", in Atti del IX° Convegno della Italian Society of Agricultural Engineering "Ricerca e innovazione nell'ingegneria dei biosistemi agro-territoriali", Ischia, 1-10, 12-16 settembre 2009

Russo G., Mugnozza Scarascia G, "LCA methodology applied to various tipology of greenhouses", ISHS Acta Horticulturae: International Conference on Sustainable Greenhouses Systems, 691, 837-844, 2004

Assumpcio A., Montero J., Munoz P., Castells F., "LCA and tomato production in Mediterranean greenhouses", International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology, 4 (2), pp. 102 - 112, 2005

Torrellas M., et al., "LCA and tomato production in the Canary Island", in Atti della Eighth International Conference on Ecobalance "The challenge on creating social and technological innovation trough system-thinking", 1-4, Tokyo 10-12 dicembre 2008

Bos U., Makishi M, Fischer M., "Life cycle assessment of common used agriculture plastics products in the EU", ISHS Acta Horticulturae: International Conference on Sustainable Greenhouses Systems, 801, 341-350, 2007

Dal Sasso P., Mugnozza Scarascia G, Marinelli G., "La raccolta dei rifiuti plastici in agricoltura: proposta di organizzazione territoriale nelle zone agricole dell'era metropolitana di Bari, in Atti del IX° Convegno "", 1-4, Ischia Porto 12-16 settembre 2009

Mugnozza Scarascia G., Picuno P., Sica C., "Innovative solution for the management of the agricultural plastic waste" in Atti del World Congress AgEn for a better world, Bonn, pp. 1-6, 3-6 settembre 2006

Picuno P., Mugnozza Scarascia G., Sica C., "Proprietà meccaniche e radiometriche di film plastici rigenerati da granulo riciclato di origine agricola" in Atti del IX° Convegno "", 1-9, Ischia Porto 12-16 settembre 2009

http:// www.plasticsconverters.eu/markets/agriculture

Summary

LIFE CYCLE ASSESSMENT OF COVERING METERIALS FOR GREENHOUSES

In the last decades, the use of plastics in agriculture has led to significant results, both in economic and productivity terms. Their widespread use, however, generates serious environmental problem since at the end of their useful life, these materials become waste often with great impact on landscape and environment. The aim of this study is to identify and analyze the main environmental impacts associated with the life cycle of plastic films used in greenhouse crop coverage. The study was conducted in accordance with the ISO standards 14040:2006, choosing 1 kg of plastic film (one of the most commonly used) as the functional unit and, as the system boundaries, the following phases: production of row materials; production of the plastic film; end of life of the film. With regard to the using phase, this was not considered because it has no significant environmental impacts.

DETERMINAZIONE DI SPECIE METALLICHE NELLE ACQUE E NEI SEDIMENTI TRANSFRONTALIERI DEL TORRENTE CORNO E DEL FIUME ISONZO MEDIANTE SPETTROFOTOMETRIA DI ASSORBIMENTO ATOMICO CON SORGENTE CONTINUA

FILIPPO LO COCO[*], CHRISTIAN NEMNICH[**], FRANCESCO LANUZZA[***], GIUSEPPE MORAS[**], ELENA VITALE[**], MASSIMO ROSSI[****],

[*]Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura, Sezione di Economia, Paesaggio e Territorio, Università degli Studi di Udine, Via delle Scienze 206, 33100, Udine

[**]Euro Chem 2000, Laboratorio Analisi Chimiche, Via Ponte della Zitta 16, 33080 Porcia (PN)

[*****]Dipartimento di Studi e Ricerche Economico aziendali ed Ambientali, Università degli Studi di Messina, Piazza S. Pugliatti 1, 98122, Messina

[****]Fulltech S.r.l., Via del Fontanile Arenato, 200, 00169 Roma

e-mail: lococo@uniud.it

Riassunto

Vengono riportati i risultati analitici relativi alla determinazione di specie metalliche nelle acque e nei sedimenti del torrente Corno e del fiume Isonzo. Le specie determinate sono Al, Sb, As, Ba, Cd, Cr (VI), Cr, Fe, Mn, Hg, Ni, Pb, Cu, Se, Sn, V e Zn. Per tutti gli analiti, oltre alle concentrazioni e ai limiti di rivelabilità, sono riportati i dati relativi alla precisione e alla accuratezza della procedura analitica. La precisione, espressa come deviazione standard relativa, è risultata nel range 3,0 – 6,0% mentre i valori di recupero sono stati nel range 91 – 109%.

Introduzione

Sostanze tossiche e persistenti nell'ambiente aumentano continuamente a causa delle attività antropiche. Per questo motivo la rapida diffusione in particolare di metalli pesanti come contaminanti ambientali ha richiamato l'attenzione a una loro determinazione a livello di tracce e ultratracce (Chapman P. et al., 1982; Clement R. E. et al., 1995; Foerstener U., 1989; Gil E. P., Ostapczuk P., 1994; Merian E., 1994; Salomons W, Foerstener U., 1984; Sarzanini C., Mentasti E., 1991; Van Loon J. C., 1985; Waller P. A., Pickering W. F., 1990) e specialmente alla loro speciazione (Das A. K. et al. 1995; Florence T. M., 1982; Florence T. M., 1992;). Questi elementi tendono a concentrarsi nell'ambiente in matrici acquatiche come materiale sospeso, sedimenti e biota risultando perciò definitivamente presenti nella catena alimentare acquatica e quindi diventando pericolosi per uomo e animali (Chapman P. et al., 1982; Florence T. M., 1982; Van Loon J. C., 1985).

Il torrente Corno nasce dal monte San Gabriele a Monocorona (Slovenia) ed entra in Italia in prossimità del valico pedonale di via San Gabriele. Ha un bacino imbrifero di circa 11 Km^2 e di questi 8 Km^2 sono in territorio sloveno e 3 Km^2 sono in territorio italiano. Attraversa i centri abitati adiacenti di Nova Gorica e di Gorizia immettendosi nel fiume Isonzo nel tratto urbano del capoluogo isontino.

All'ingresso in Italia il Corno scorre in una canalizzazione artificiale comprendente una canaletta di magra e una volta semicircolare per le portate di piena e in questo tratto riceve i liquami fognari non depurati di Nova Gorica. A pochi metri dal confine, l'alveo del Corno è cementato fino alla cosiddetta Valletta del Corno dove inizia il tratto scoperto e dove si mescola ancora ai liquami fognari di Gorizia per carenza delle struttura di contenimento. Prosegue nell'alveo cementato per ancora alcune decine di metri quindi scorre nel suo storico letto naturale ghiaioso dove le acque si disperdono nel terreno molto permeabile e finiscono in falda. Il torrente riaffiora dopo un lungo tratto e viene ancora incanalato in un alveo artificiale con canaletta di magra. In prossimità dello stabilimento SAFOG, il Corno riceve ancora un consistente contributo di scarico fognario da parte della fognatura della città di Gorizia e con questa grande miscelazione si immette nell'Isonzo.

In questo lavoro si è voluto valutare l'eventuale inquinamento da specie metalliche delle acque e dei sedimenti del torrente Corno e del fiume Isonzo mediante spettrofotometria di assorbimento atomico con sorgente continua, effettuando opportuni campionamenti nel fiume Isonzo e nel torrente Corno.

Materiali e metodi

Reagenti e standards
Tutti i prodotti chimici erano di grado analitico. Soluzioni standard 1000 mg/L (Merk, Germany) delle varie specie inorganiche sono state utilizzate per la preparazione di soluzioni standard a varie concentrazioni usando per la diluizione acqua demineralizzata ultrapura Sigma Aldrich.

Campionamento
Come evidenziato in Figura 1, per una più realistica rappresentatività dell'ecosistema in esame, sono stati effettuati per le acque 6 campionamenti e precisamente 2 nel fiume Isonzo, di cui uno (R1) a monte in territorio sloveno immediatamente dopo la centrale idroelettrica e uno (R2) a valle a circa 100 metri dalla confluenza del Corno, e 4 nel torrente Corno, uno (R3) prima dell'ex confine di Stato in territorio sloveno, uno (R4) subito dopo l'ex confine di Stato in territorio italiano, uno (R5) in località Guado e uno (R6) in località ex SAFOG. I sedimenti sono stati campionati lì dove è stato possibile e precisamente nei punti R1, R2 e R3. Tutti i campioni sia delle acque che dei sedimenti sono stati prelevati secondo appropriate metodologie di campionamento (Stoeppler M., 1997). I campioni sono stati conservati a 4°C subito dopo il campionamento.

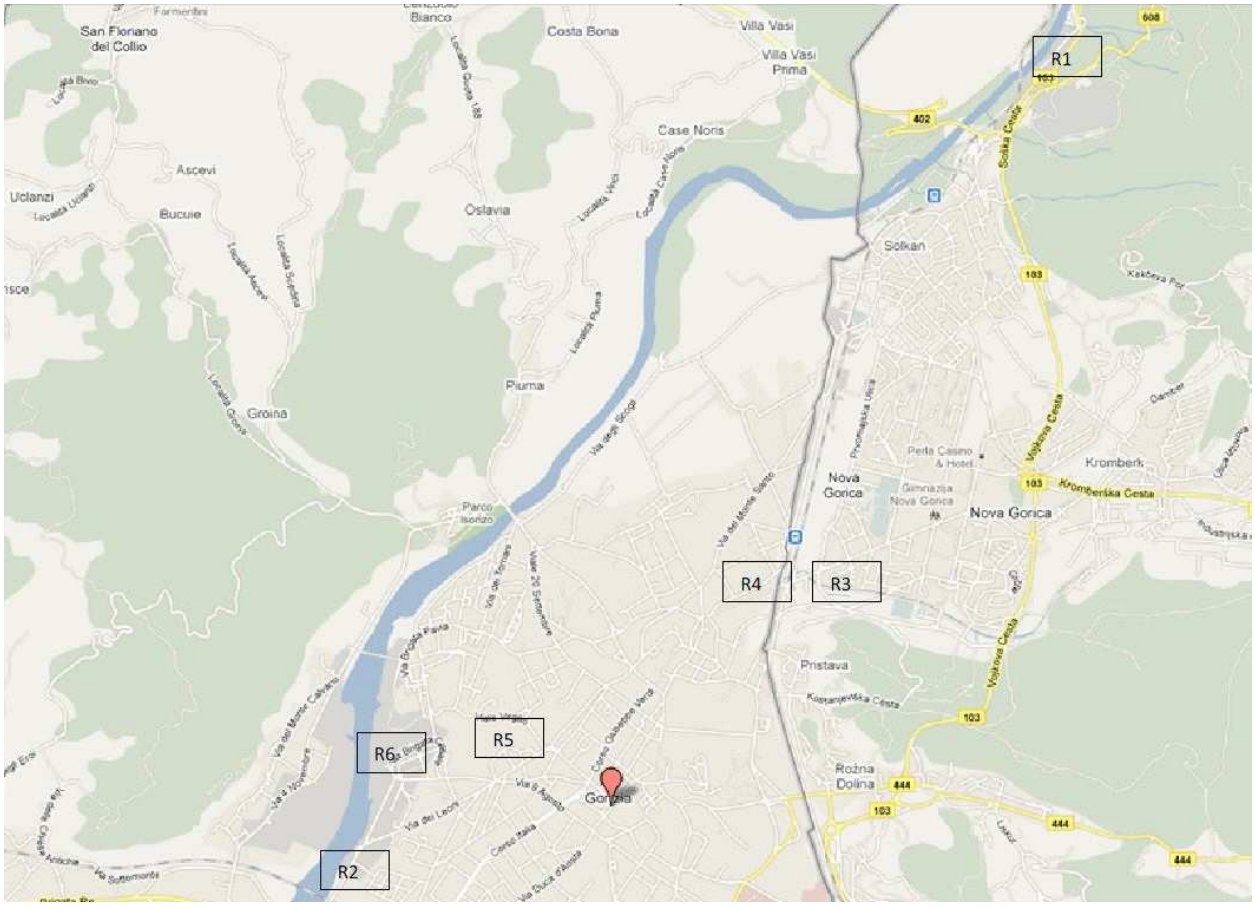


Figura 1. Postazioni in cui è stato effettuato il campionamento delle acque e dei sedimenti nel torrente Corno e nel fiume Isonzo

Preparazione del campione e analisi
I campioni di acqua sono stati filtrati preventivamente con filtro Wathman GF/C per eliminare eventuali solidi sospesi e poi portati a pH 2 con alcune gocce di HNO_3 concentrato.
I sedimenti sono stati messi ad essiccare in stufa ventilata a 40°C per 24 ore. Ogni campione seccato e sminuzzato è stato setacciato con maglia a 2 mm. A circa 0,7 g della frazione passante, esattamente pesati in apposito contenitore in vetro tappabile, sono stati aggiunti 4,5 mL di acido nitrico concentrato, 1,5 mL di acido cloridrico concentrato e 2,0 mL di acqua demineralizzata ultrapura. Il contenitore è stata trasferito nel reattore del mineralizzatore a microonde Milestone "ETHOS One" gestito dal software easyCONTROL

(Milestone, Sorisole (BG), Italia). Il reattore è stato chiuso ermeticamente e il mineralizzatore è stato impostato a 1000 watt che permetteva di raggiungere nei reattori una temperatura di 175 °C in 15 minuti. La temperatura di 175 °C è stata poi mantenuta per ulteriori 15 minuti. I campioni mineralizzati sono stati filtrati attraverso filtri Wathman grado 40 e trasferiti quantitativamente in matracci tarati da 100 mL con acqua demineralizzata.
Le acque portate a pH 2 e le soluzioni ottenute previa mineralizzazione dei sedimenti sono state quindi analizzate mediante lo spettrofotometro di assorbimento atomico contr700 (Analytik Jena, Jena, Germany), con sorgente continua ad alta risoluzione in fiamma e fornetto di grafite (HR-CS AAS, High Resolution-Continuum Source AAS for Flame and Graphite Furnace). Il mercurio è stato determinato mediante assorbimento atomico dedicato AMA 254 Mercury Analyzer (Altech, Prague, Repubblica Ceca). Il cromo esavalente è stato determinato con test fotometrico mediante difenilcarbazide alla lunghezza d'onda di 540 nm con fotometro Lange DR800 (HACH-Lange, Milano, Italia). Nei sedimenti il cromo esavalente è stato determinato sempre con test fotometrico mediante difenilcarbazide previa estrazione del campione essiccato con acqua e acido solforico (Metodo IRSA-CNR, 1986)

Risultati e discussione
Con il metodo descritto sono stati analizzati i metalli presenti nelle acque e nei sedimenti prelevati nel fiume Isonzo e nel torrente Corno, suo affluente. Le prestazioni della lampada allo Xenon di cui è dotato l'assorbimento atomico utilizzato in questo lavoro hanno consentito di determinare lo stagno, il selenio e l'antimonio senza ricorre alla tecnica idruri. Per una migliore sensibilità, in fornetto di grafite sono stati determinati Alluminio, Antimonio, Arsenico, Bario, Cadmio, Cromo, Nichel, Piombo, Rame, Selenio, Stagno e Vanadio; in fiamma sono stati invece determinati Ferro, Manganese e Zinco. Il mercurio è stato determinato con strumentazione dedicata AMA 254 che permette di ottenere risultati apprezzabili in tempi brevi. Il cromo esavalente è stato determinato mediante test fotometrico direttamente nelle acque e previa estrazione nei sedimenti.
Nella tabella 1 sono riportati i risultati ottenuti sulle acque relativamente alle sei postazioni campionate. I metalli presi in esame sono generalmente presenti in concentrazione inferiori ai limiti di rivelabilità del metodo, ad eccezione dell'Alluminio per tutte le postazioni e del Manganese, del Nichel e dello Zinco per alcune postazioni. In riferimento agli standard di qualità delle acque superficiali da conseguire entro il 31 dicembre 2008, previsti dal Decreto Legislativo 152/2006 (D. Lgs. 152/2006), gli inquinanti inorganici presi in considerazione sono Arsenico, Cadmio, Cromo totale, Mercurio, Nichel e Piombo. Di tali analiti, sono riportati i valori limite indicati nel summenzionato D. Lgs. e i risultati ottenuti non evidenziano al momento un livello di guardia, ad eccezione del Nichel relativamente a due postazioni.

Tabella 1. Concentrazioni rilevate nelle acque delle 6 postazioni campionate

Analita (μg/L)	Isonzo monte	Corno prima confine	Corno dopo confine	Corno guado	Corno ex safog	Isonzo valle	Limiti (μg/L)	LOD (μg/L)
Alluminio	16,0	3,0	3,2	9.0	9,4	18.0	-	1,0
Antimonio	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-	1,0
Arsenico	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	10,0	1,0
Bario	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-	100,0
Cadmio	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	1,0	0,5
Cromo (VI)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-	5,0
Cromo totale	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	50,0	2,0
Ferro	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-	80,0
Manganese	<LOD	40,0	44,0	80,0	76,0	<LOD	-	10,0
Mercurio	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	1,0	0,5
Nichel	<LOD	26,0	23,0	<LOD	<LOD	16,0	20,0	2,0
Piombo	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	10,0	5,0
Rame	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-	10,0
Selenio	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-	1,0
Stagno	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-	5,0
Vanadio	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-	1,0
Zinco	<LOD	<LOD	<LOD	50,0	48,0	<LOD	-	20,0

Nella tabella 2 sono riportati i risultati ottenuti sui sedimenti relativamente alle tre postazioni campionate. In riferimento agli standard di qualità dei sedimenti di acque marino-costiere, lagune e stagni costieri del Decreto Ministeriale 367/2003 (D. M 367/2003) i metalli considerati sono Arsenico, Cadmio, Cromo (VI), Cromo totale, Mercurio, Nichel e Piombo. Per i metalli come Arsenico, Cadmio e Cromo (VI) i limiti non venivano superati. Per Cromo totale, Mercurio, Nichel e Piombo il superamento di tali limiti è stato riscontrato solo in una delle postazioni, tra loro differenti, come si può vedere in tabella 2. Nella postazione Corno oltre confine si evidenziano contenuti apprezzabili di Stagno, Vanadio, Bario, Rame, Manganese e Ferro. Questi stessi metalli in quantità minore ma comunque apprezzabile sono state rilevate nelle altre due postazioni. Infine Antimonio e Selenio sono stati riscontrati in quantità prossime al limite di rivelabilità. Questo è un approccio preliminare e ci si riserva di elaborare, in uno studio più approfondito, sia in termini spaziali che temporali, conclusioni più appropriate anche in funzione di una inequivocabile definizione della natura geochimica dei sedimenti di interesse prendendo in esame, dopo attenta valutazione del territorio, di possibili riferimenti sicuramente non inquinati che possano fungere da valori base.

Tabella 2. Concentrazioni rilevate nei sedimenti delle 3 postazioni considerate

Analita (mg/kg ss)	Corno oltre confine	Isonzo monte	Isonzo valle	Limiti (mg/kg ss)*	LOD (mg/kg)
Antimonio	0,7	<0,5	<0,5	-	0,5
Arsenico	1,5	<0,5	<0,5	12	0,5
Bario	71,5	14,1	12,7	-	1,0
Cadmio	0,1	<0,1	<0,1	0,3	0,1
Cromo (VI)	0,6	<0,5	<0,5	5	0,5
Cromo totale	79,6	11,4	24,6	50	1,0
Ferro	46 x10^3	1,4x10^3	8,0 x10^3	-	1,0
Manganese	4032,0	416,1	367,9	-	1,0
Mercurio	0,2	0,1	4,9	0,3	0,1
Nichel	<1,0	47,0	17,0	30	1,0
Piombo	88,0	7,0	8,0	30	5,0
Rame	160,0	21,3	19,9	-	1,0
Selenio	1,0	0,3	0,5	-	0,3
Stagno	15,8	0,7	12,1	-	0,1
Vanadio	36,0	13,7	10,1	-	2,0
Zinco	45,3	23,7	20,1	-	2,0

Il metodo analitico descritto in questo lavoro risulta affidabile per la determinazione quantitativa dei metalli presi in esame nei campioni di acque e sedimenti analizzati. I coefficienti di determinazione (R^2) sono stati dell'ordine del 98% (Analytical Methods Committee, 1998; Miller J. N., Miller J. C., 2000). Sono stati ottenuti buoni valori di recupero (91-109%) effettuando opportune aggiunte a tre livelli di concentrazione. La deviazione standard su 5 aliquote indipendenti di campione era nel range 3,0 - 6,0% e i limiti di rivelabilità, ottenuti considerando le deviazioni standard (s) di 5 bianchi e utilizzando l'espressione 3 s S^{-1} dove S è la pendenza della retta di regressione lineare (Long G. L., Winefordner J. D., 1983), erano dell'ordine dei ppb (µg/L) per le acque e dell'ordine dei ppm (mg/kg) per i sedimenti.

Ringraziamenti
Il presente lavoro è stato realizzato grazie al contributo della Fondazione Cassa di Risparmio di Gorizia.

Bibliografia

Analytical Methods Committee, "Use (proper and improper) of correlation coefficients", The Analyst, 113, 1469–1471, 1988.
Chapman P., Romberg G., Vigers G., "Design of Monitoring Studies for Priority Pollutants", Journal (Water Pollution Control Federation), 54 (3), 292-297, 1982
Clement R.E., Eiceman G.A., Koester C.J., "Environmental Analysis" Analytical Chemistry 67 (12), 221-255, 1995
Das A.K., Chakraborty R., Cervera M.L., De La Guardia M., "Metal speciation in solid matrices", Talanta 42, 1007-1030, 1995
Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale", Gazzetta Ufficiale n. 88 del 14 aprile 2006 - Supplemento Ordinario n. 96

Decreto Ministeriale 6 novembre 2003, n. 367, “Regolamento concernente la fissazione di standard di qualità nell'ambiente acquatico per le sostanze pericolose, ai sensi dell'articolo 3, comma 4, del D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152”, Gazzetta Ufficiale n.5 dell’8 gennaio 2004
Florence T.M., “The speciation of trace elements in waters”, Talanta, 29, 345-364, 1982
Florence T.M., “Trace element speciation by anodic stripping voltammetry”, Analyst 117, 551-553, 1992
Forstner U., “Contaminated Sediments”, Spriger-Verlag Publ., Berlin, 1989
Gil E.P., Ostapczuk P., “Potentiometric stripping determination of mercury(II), selenium(IV), copper(II) and lead(II) at a gold film electrode in water samples”, Analytica Chimica Acta, 293, 55-65 1994
Long G. L., Winefordner J. D., “Limit of detection. A closer look at IUPAC definition”, Analytical Chemistry, 55, 712A–724A, 1983.
Merian E.: “Metals And Their Compounds in the Environment - Occurrence, Analysis And Biological Relevance”, Vch Pubi., Weinheim, 1991
Metodo IRSA-CNR (Istituto di Ricerca sulle Acque - Consiglio Nazionale delle Ricerche), “Metodi analitici per le acque”, Quaderno 64, Volume 3, metodo 16, 1986
Miller J. N., Miller J. C., “Statistics and chemometrics for analytical chemistry (Fourth ed.)”, London, UK: Ellis Horwood Prentice Hall, 2000.
Salomons W., Forstner U., “Metals In The Hydrocycle”, Spriger-Verlag Publ., Berlin, 1984
Sarzanini C., Mentasti E., “Metal-ion preconcentration techniques with particular regard to waters and seawater”, Annali di Chimica, 81, 185-232, 1991
Stoeppler M., “Sampling and Sample Preparation”, Springer-Verlag Publ., Berlin-Heidelberg, 1997
Van Loon J.C., “Selected Methods in Trace Metalanalysis: Biological and Environmental Samples”, John Wiley And Sons Inc., New York, 1985
Waller P.A., Pickering W.F., “Evaluation of “labile” metal in sediments by anodic stripping voltammetry” Talanta 37, 981-993, 1990

Summary

METALLIC SPECIES DETERMINATION IN TRANSBORDER WATER AND SEDIMENTS OF CORNO TORRENT AND ISONZO RIVER BY ATOMIC ABSORPTION SPECTROPHOTOMETRY CONTINUUM SOURCE

Analytical results are reported for the determination of inorganic species in water and sediments sampled in Corno torrent and Aso river. The species determined are Al, Sb, As, Ba, Cd, Cr (VI), Cr, Fe, Mn, Hg, Ni, Pb, Cu, Se, Sn, V, Zn. For all the elements, in addition to concentrations and detection limits, precision and accuracy are given. The precision, expressed as relative standard deviation, was in the range 3,0 – 6,0%. The recoveries were in the range 91 – 109%.

STATO DELL'ARTE DEL RICICLO DELLE CAPSULE USA E GETTA DA CAFFE': UN CASO DI STUDIO.

MARIA CLAUDIA LUCCHETTI*, CLAUDIA AGLIETTI**, GABRIELLA ARCESE**
*Dipartimento di Scienze aziendali ed economico-giuridiche, Università degli Studi Roma Tre, Via Silvio d'Amico 77, 00145 Roma, e-mail: lucchett@uniroma3.it
**Dipartimento di Management e Tecnologie. Università degli Studi La Sapienza, Via del Castro Laurenziano 9, 00161 Roma, e-mail: claudia.aglietti@uniroma1.it

Riassunto
Quello del caffè espresso monoporzionato è un mercato in forte espansione, con tassi di crescita tra i più elevati nel settore del largo consumo. Si tratta di un'evoluzione avviatasi nei primi anni del 2000, che ha sancito il passaggio dall'offerta di una "semplice" materia prima (caffè in grani o macinato) all'offerta di un "sistema" integrato di prodotto/servizio, composto da una macchina e da monodosi di caffè in cialde di carta o capsule di plastica o alluminio. Tuttavia, la crescita a due cifre del settore può comportare una serie di conseguenze negative per l'ambiente, prima fra tutti la creazione di una nuova tipologia di rifiuto, le capsule monodose usa e getta, alla quale le case produttrici non sembrano ancora prestare la giusta attenzione.
In questo panorama, Nespresso si è distinta in maniera pioneristica, grazie all'introduzione del programma Alucycle, volto a migliorare in misura significativa il livello di sostenibilità dei suoi processi poichè basato sull'implementazione di un sistema completo per il recupero e il riciclo dell'alluminio con cui vengono prodotte le capsule monodose.
A partire da questo caso di studio, il presente lavoro ha come obiettivo quello di mostrare lo stato dell'opera e i margini di manovra possibili per la riduzione dell'impatto ambientale delle capsule monodose, sottolineando i vantaggi e le problematiche derivanti dal riciclo delle stesse.

Introduzione

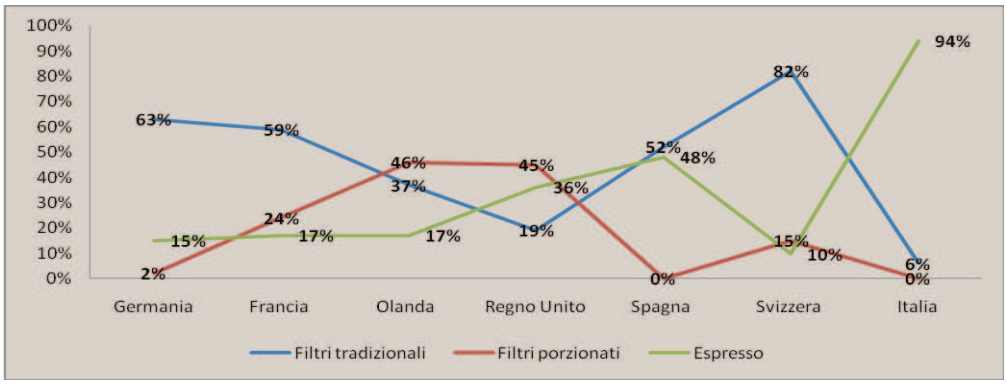
"Dare la possibilità a chiunque di preparare un caffè espresso perfetto – una morbida crema, un aroma allettante e un gusto corposo – come i baristi più esperti"[1] è quanto recita il *backgrounder* aziendale di un impresa leader nel settore del caffè espresso monoporzionato, nuovo segmento di mercato affermatosi di recente nei paesi industrializzati, dove quasi sempre l'aumento del reddito si traduce nell'esigenza di consumi sempre più sofisticati.
Le proposte arrivate sul mercato del caffè porzionato, con un supporto adeguato di distribuzione e di informazione, hanno ottenuto posizioni di *premium price* ed hanno immediatamente incontrato il gradimento da parte del consumatore, con la possibilità di fidelizzarlo grazie ad abbonamenti di lungo periodo e accessori.
Tuttavia, il ricorso al caffè porzionato racchiuso in monodosi di carta, alluminio o plastica secondo le scelte aziendali, provoca effetti dannosi sull'ambiente nel momento in cui tali involucri esauriscono la funzione per cui sono stati concepiti e diventano rifiuti.
Ad oggi, la maggior parte dei leaders del settore, così come i consumatori, sembrano non rivolgere ancora la giusta attenzione alla problematica.
Dopo aver fornito dei dati circa lo sviluppo del mercato porzionato in Europa e in Italia, si passerà ad affrontare la problematica concernente l'aumento di rifiuti di cui questo è responsabile. Nell'ultima parte verrà illustrato il *case study* di un'azienda che ha ideato e realizzato un apposito programma per il recupero e il riciclo delle capsule monodose di caffè.

[1] Nespresso Corporate Backgrounder, 2010.

Il mercato del caffè espresso porzionato

In Europa, nel 2007 si sono vendute più di 18 milioni di macchine per il caffè, di cui 13 milioni rappresentate da caffettiere tradizionali con filtro e 8 milioni da macchine per il caffè espresso[2]. Pur occupando ancora la fetta maggiore di mercato (55%), le vendite di caffettiere tradizionali sono diminuite di circa il 4%, mentre quelle di macchine per il caffè espresso sono aumentate del 43% rispetto all'anno precedente. Il successo di queste ultime si deve soprattutto al progressivo allargamento del mercato del caffè porzionato, che attualmente interessa l'8% del volume di vendite nel settore. Nel 2007 sono stati prodotti circa 14 milioni di pezzi tra capsule e cialde, e secondo alcune stime sulla crescita della domanda, nel 2020 la produzione sarà di 40 milioni di pezzi.

Scorporando il dato a livello nazionale, si osservano paesi come la Svizzera e l'Italia in cui il settore delle macchine per espresso ha già da tempo consolidato il volume di vendite (85% sul totale) rispetto ad altre nazioni, come Germania, Francia, Olanda Spagna e Regno Unito, dove il segmento comincia a affermarsi solo da pochi anni.



(Figura 1: quote di mercato in alcune nazioni, vendite in unità, anno 2007)

Fonte: nostra elaborazione su dati Topten International Group TIG

In Italia, i dati forniti da DataBank[3] mostrano una lieve flessione dei consumi interni di caffè (-8% sui volumi del 2008) che ha interessato tutti e tre i segmenti (non decaffeinato, decaffeinato e istantaneo). La diminuzione maggiore si registra nell'area Bar, dove la crisi ha accentuato lo spostamento dei consumi verso modalità di fruizione della bevanda più economiche e convenienti, quali vending e monoporzionato, che, infatti, segnano una crescita, seppur ridotta rispetto agli anni passati. Nell'area Famiglie si registra l'aumento del consumo del caffè tra le mura domestiche piuttosto che fuori-casa, in particolare per i due segmenti principali, miscele espresso e moka. Il monoporzionato risulta essere il *best performer* dell'area, con ottime prospettive di incremento. Infatti, pur avendo un costo di 5-3 volte superiore al caffè da Moka, quello porzionato evidenza un tasso di crescita elevato: sui 950 milioni di euro di caffè tostato venduto in Italia nella grande distribuzione fino ad agosto 2009, 42, 8 milioni riguardavano le cialde (+21,4%) e 28,3 le capsule (+241%).

I maggiori produttori nazionali del settore sono Lavazza, Illycaffè e Nespresso. Quanto al loro posizionamento sul mercato, occorre effettuare dei distinguo: Lavazza è leader del mercato nazionale del porzionato e detiene una posizione di forza in tutti i canali di vendita, soprattutto nella grande distribuzione e negli uffici. Illycaffè ha la leadership nei sistemi aperti Easy

[2] Coffee machines: recommendations for policy design. January 2010, Jürg Nipkow, Eric Bush, Barbara Josephy, Anette Michel. Topten International Group TIG, Paris, www.topten.info.

[3] www.databank.it

Serving Espresso[4] per la produzione di cialde utilizzabili su tutti i tipi di macchine che esibiscono il marchio E.S.E.. Nelle vendite di capsule per il consumo domestico al di fuori della grande distribuzione, il primato assoluto appartiene alla società Nespresso, anche se per policy aziendale non vengono comunicati dati di vendita nei singoli paesi ma solo a livello globale.
Le migliori prospettive di sviluppo rimangono dunque appannaggio degli operatori che godono di una immagine affermata, costruita nel tempo, e in alcuni casi rinforzata di recente grazie all'ingresso in gruppi di dimensione internazionale.
Per quanto riguarda i materiali utilizzati come involucro del caffé porzionato, Lavazza e Illycaffè utilizzano capsule in plastica o cialde in carta. Le capsule in alluminio, che fino a poco tempo fa rappresentavano un'esclusività della Nespresso, sono state attualmente scelte dalla Bialetti per il suo recente ingresso sul mercato del caffè porzionato.

Una nuova tipologia di rifiuto

L'innovazione di tipo *technology push* che risiede nell'introduzione sul mercato di macchine elettriche per la produzione di caffè espresso monoporzionato, risulta essere in controtendenza rispetto agli interventi trasversali che le Pubbliche Autorità realizzano con il triplice obiettivo di rendere lo sviluppo *sostenibile*, di ridurre l'impiego di materie prime e di limitare la produzione dei rifiuti. La comodità e l'effettivo miglioramento della qualità del caffè contenuto nelle capsule hanno portato molte persone a cambiare abitudine, negli uffici così come a casa propria. Tuttavia, l'impatto ambientale che deriva da questo nuovo stile di consumo comincia ad essere consistente. Quando si tratta di cialde in carta, il problema non sussiste essendo queste completamente compostabili assieme al residuo di caffè; per le capsule in plastica o alluminio la situazione è differente. Infatti, una volta esaurita la loro funzione, queste entrano nel ciclo dei rifiuti residui, alimentando i flussi destinati ad essere smaltiti in discarica o bruciati nei termovalorizzatori.
I motivi per cui le capsule generalmente non vengono riciclate, pur essendo composte di alluminio o plastica, sono essenzialmente due. Prima di tutto la legge europea considera le capsule prodotti e non imballaggi; in tal modo si esclude la possibilità che esse vengano inserite nei programmi di riciclo locale finanziati dai consorzi nazionali. In secondo luogo, e anche laddove fosse possibile, la difficoltà del riciclo delle capsule risiede nella loro dimensione. Molti impianti di smistamento fanno ancora ricorso alla separazione manuale e anche le tecnologie più avanzate sono difficilmente in grado di isolare imballaggi di piccolissime dimensioni. Inoltre, nel caso specifico delle capsule, occorrerebbe un sistema aggiuntivo in grado di svuotare l'involucro dal residuo di caffè.
Solo in tempi recentissimi le aziende del settore hanno mostrato un'attenzione crescente verso tale problematica impegnandosi nella promozione di alternative meno gravose per l'ambiente. Un'evoluzione che ha permesso ad alcune di esse di conquistare un posizionamento migliore sul mercato e di acquisire maggiore credibilità agli occhi degli stakeholders.
Il caso di maggior successo in questo ambito è rappresentato dall'esperienza della Nespresso, che nel giro di pochi anni ha ideato e messo in pratica un meccanismo a ciclo chiuso per il recupero e il riciclo dell'alluminio con cui vengono fabbricate le capsule. Il sistema, che attualmente permette all'azienda di recuperare il 54% di tutto l'alluminio messo in commercio, verrà descritto dettagliatamente qui di seguito.

[4] E.S.E. è uno standard industriale internazionale, l'unico sistema 'aperto' nel settore del caffè espresso preparato con le cialde in carta, che si basa sull'impiego di macchine per espresso e serving, di diversi marchi e modelli, tra loro compatibili e disponibili in diverse fasce di prezzo.

Il programma di sostenibilità della Nespresso

Profilo dell'azienda

Nespresso è un'unità operativa del Gruppo Nestlé per la distribuzione di caffè in capsule, con sede a Losanna, in Svizzera. La società opera sia nel canale *Business to Business* che nel canale *Business to Consumer* ed è produttrice di un sistema chiuso[5] composto da una macchina per il caffè e da apposite capsule in alluminio usa e getta contenenti caffè macinato.

Per la produzione delle macchine, la Nepresso si avvale di partnership con produttori affermati, tra cui Krups, Siemens e Eugster/Frismag, mentre tutte le capsule attualmente in commercio sono prodotte nei due Centri di Produzione e Distribuzione di Avenches e Obre, in Svizzera. Di recente è stato avviato l'ampliamento di entrambi, grazie ad un investimento pari 300 milioni di euro.

Le modalità tramite cui Nespresso vende i suoi prodotti eludono eludono la grande distribuzione e contribuiscono a dare al brand una connotazione escusiva. I canali di vendita sono tre:

- il sito web, portale principale del marchio, tramite il quale avvengono il 47% delle vendite aziendali,
- le Boutique Nespresso, vetrine esclusive che generano approssimativamente il 35% delle vendite,
- i Centri di Customer Care, che rappresentano il 18% del volume totale delle vendite Nespresso.

L'azienda rappresenta la marca a più rapida crescita nel settore di mercato del caffè porzionato. Dal 1994, dopo un difficoltoso avvio, la società ha iniziato a produrre utili fino a raggiungere, nel 2010, 2 miliardi di euro di fatturato ed una percentuale di crescita annua superiore al 20%. Il tasso di fidelizzazione dei clienti è cresciuto di oltre il 35%. La rete di distribuzione è stata interessata da un programma di espansione che ha permeso all'azienda di poter disporre di un network globale costituito da 215 Boutiques. Il numero di capsule consumato è stimato attorno alle 12.300 unità/minuto[6].

Sostenibilità delle capsule in alluminio

Le capsule Nespresso sono composte da 5,5 grammi di caffè rivestito da 1 grammo di alluminio. A detta dell'azienda, la scelta è ricaduta su questo materiale per le sue notevoli proprietà. L'alluminio garantisce un'ottima protezione dalla luce, dai raggi ultravioletti, dal vapore acqueo, dai grassi e dagli oli, dall'ossigeno e dai microrganismi; è igienico, non tossico e non interferisce nell'aroma e nel gusto del caffè. Inoltre, è il metallo da imballaggio più leggero e questo consente di ridurre i costi e l'impatto ambientale nella fase di trasporto.

Tuttavia, l'alluminio possiede anche numerose caratteristiche positive di sostenibilità essendo il materiale da imballaggio che meglio si presta al riciclo: per ottenere materia prima secondaria occorre appena il 5% di energia necessaria al processo di produzione primario, non c'è perdita di qualità e può essere riciclato infinite volte senza perdere le proprietà iniziali.

Consapevole di poter sfruttare tali caratteristiche, Nespresso ha introdotto nel giugno del 2009 il programma Alucycle, in collaborazione con Iunc, Unione Internazionale per la Conservazione della Natura. L'iniziativa AluCycle prevede due aspetti principali. Il primo è la collaborazione con l'industria dell'alluminio per garantire le migliori procedure nella produzione e raffinazione del materiale utilizzato per le capsule. Il secondo è la creazione di sistemi efficaci per il recupero di queste nei mercati chiave in cui Nespresso è attiva. L'obiettivo dell'azienda è di aumentare la propria capacità di riciclo fino al 75% entro il 2013.

Tuttavia, le filiere del riciclo, la logistica del recupero, i livelli di consapevolezza dei consumatori e la loro disponibilità a riciclare, sono aspetti che differiscono da paese a paese e possono essere affrontate solo mediante la cooperazione multi-stakeholders.

[5] Un sistema chiudo prevede la compatibilità esclusiva tra macchina e monoporzione di caffè fornite dallo stesso produttore.

[6] Nespresso Financial Highlights, 2010

Analisi dello stato attuale del riciclo
Attualmente, il programma Alucycle è in fase di sperimentazione in alcuni paesi: Svizzera, Spagna, Francia, Portogallo e Germania.

Paesi	Punti di raccolta	Tipo di raccolta
Svizzera	2.200	Boutiques, raccoglitori stradali, raccolta a domicilio.
Spagna	200	Boutiques
Francia	1.800	Boutiques
Portogallo	200	Boutiques
Germania	Raccolta diffusa	Duales System Deutschland GmbH (DSD)

(Tabella 1: punti e modalità di raccolta del programma Alucycle, dati del 2010)
Fonte: www.nespresso.com

In **Svizzera** sono attivi più di 2.200 punti in cui è possibile conferire le capsule usate tra Boutiques e punti di raccolta stradale. In questo paese, Nespresso si avvale della partnership con IGORA, una cooperativa per il riciclaggio dell'alluminio, la quale coordina le attività di raccolta delle capsule usate sul territorio. Dopodiché, queste vengono inviate presso un centro di riciclo della società Thévenaz-Leduc SA a Ecublens, dotato di una tecnologia in grado di separare il caffè dall'alluminio. L'alluminio così recuperato viene venduto per la rifusione ad un impianto ubicato in prossimità, dove vengono eliminate le vernici, le stampe ed i rivestimenti, attraverso un processo di carbonizzazione a basse temperature. Il metallo viene poi mandato ai forni per la fusione. I fondi di caffè sono trasferiti un impianto di compostaggio locale, dove vengono mescolati con foglie, erba e trucioli di legno. Il compost cosi ottenuto viene utilizzato dalle aziende agricole locali o dai singoli individui come concime e fertilizzante.
Il programma si è dimostrato particolarmente efficiente in Svizzera, grazie all'elevato volume di capsule vendute rispetto alla dimensione relativa del paese, il che ha consentito di realizzare un modello di raccolta capillare, caratterizzato da un ridotto quantitativo di emissioni e da uno scarso utilizzo di carburante dovuto alle brevi distanze.
Di fatto, questa esperienza non risulta facilmente ripetibile in tutti i contesti, ed è per questo che Nespresso sta cercando di studiare in via sperimentale la soluzione più adatta, nazione per nazione.
Negli altri paesi, eccezion fatta per la Germania, i punti di raccolta coincidono con le Boutique, la cui diffusione sul territorio è ancora limitata. Poiché questo aspetto fa diminiure la disponibilità del consumatore a riconsegnare le capsule usate, Nespresso è alla ricerca di altri partner che forniscano ulteriori punti di raccolta. Vista l'elevata quantità di capsule vendute tramite internet, una proposta in corso di valutazione è quella di lavorare con società di consegne a domicilio che al momento del rilascio delle nuove capsule al cliente, ritirino quelle usate.
In **Spagna** sono attivi 100 punti di raccolta, e si prevede l'apertura di altre 200 Boutiques entro la fine del 2011. Nespresso ha raggiunto un accordo con l'impresa Tradebe, il cui impianto si trova a Jorba, vicino Barcellona, dove le capsule sono triturate e pressate per separare il caffè dall'alluminio. Il mix ottenuto dal processo di macinazione è collocato in un setaccio rotante dotato di una rete con fori di 3 millimetri che consente di isolare la componente organica. L'alluminio viene poi trasferito in un altro impianto per la fusione ed il riutilizzo, mentre il caffè si miscela con altre frazioni organiche per ottenere fertilizzante di qualità.
In Francia, dal 2008 è iniziata la raccolta delle capsule usate nelle Boutique e dal 2009 è stato avviato un progetto per il loro riciclo. Nespresso ha raggiungo 1.800 punti di raccolta in collaborazione con un'azienda di riciclaggio nel secondo trimestre del 2010. La collaborazione tra Nespresso, CELA (Le club des emballages legeres en alluminium), France Alluminium recyclage, Groupe Bel e Veolia ha realizzato a due progetti pilota per la lavorazione delle capsule, uno a Pizzorno e uno a Valco (entrambi nell'interland di Cannes). La

separazione dei materiali avviene sfruttando un campo magnetico, creato da una Corrente di Focault, che isola i piccoli frammenti di alluminio abitualmente non trattati e li compatta per facilitarne la valorizzazione.
In questo paese, l'azienda sta cercando di trovare una soluzione che permetta di classificare le capsule come imballaggi piuttosto che prodotti, in modo da ottenere il Green Dot e poter delegare la fase della raccolta alle amministrazioni locali, come avviene per la Germania.
In **Portogallo** i punti di raccolta sono circa 200. L'intero sistema si avvale della collaborazione di tre partner locali che lavorano su tre livelli distinti. La logistica (trasporto dai punti di raccolta all'impianto di riciclaggio) è nelle mani di Reisswolf. Il recupero del metallo è affidato a A Batistas –Reciclagem de Sucatas S.A.. Il trattamento della componente organica è responsabilità di "Terra Fértil". La lavorazione è molto simile a quella realizzata in Spagna. Le capsule subiscono un processo di macinazione e di separazione dell'alluminio dai fondi di caffè attraverso un setaccio vibrante. Nel processo di fresatura, il metallo viene tagliato, permettendo ai fondi di caffè di fuoriuscire. I fondi di caffè passano attraverso i fori della griglia e l'alluminio rimane sulla superficie del setaccio stesso, per poi essere recuperato e inviato a successiva lavorazione.
La **Germania,** come accennato**,** rappresenta un caso particolare, un'esperienza che la Nespresso spera di poter realizzare in tutti gli altri paesi, grazie a specifici accordi con i legislatori nazionali.
Difatti, in questo paese, lo sforzo di creare un apposito sistema di raccolta e riciclaggio non è stato necessario. Fin dall'inizio, la sede di Nespresso in Germania ha iscritto le sue capsule al "Duales System Deutschland GmbH (DSD)"; ciò gli ha permesso di ottenere la licenza per poter stampare il logo del "punto verde" ("Der Grüne Punkt") sulle capsule.
Tale simbolo è stato introdotto in Germania nel 1991 dalla Duales System Deutschland GmbH (DSD) a seguito dell'emanazione di una normativa sui rifiuti che imponeva ai fabbricanti di occuparsi anche dello smaltimento finale dei propri prodotti. Per aiutare i produttori a rispettare la norma è nato perciò un sistema di raccolta dei rifiuti privato, parallelo a quello pubblico, destinato a raccogliere e a smaltire i prodotti delle aziende aderenti ad esso. Queste ultime appongono quindi "Il Punto Verde" sugli imballaggi delle proprie merci, in modo da far sapere al cliente finale che la confezione sarà raccolta e smaltita dalla DSD.
Per la Nespresso questo vuol dire che, dopo aver bevuto il caffè, i consumatori possono gettare le capsule usate nei raccoglitori gialli destinati ai rifiuti da imballaggio, che sono poi sottoposti ad un processo di selezione meccanica in appositi impianti, dove le capsule vengono automaticamente ripescate dal miscuglio insieme ad altri imballaggi in alluminio. Anche in questa fase la Germania dimostra di essere all'avanguardia, poiché già dotata di impianti di smistamento in grado di selezionare gli imballaggi di piccole dimensioni e dove il tasso di riciclaggio degli imballaggi in alluminio attraverso il sistema DSD è di gran lunga superiore al 75%.

Conclusioni

Il caso di studio qui presentato ha permesso di evidenziare alcune delle problematiche connesse all'espansione del mercato del caffè espresso monoporzionato, alle quali gli operatori del settore dovranno far fronte negli anni a venire. In tal contesto, il programma introdotto dalla Nespresso merita la giusta attenzione, non solo per gli esiti raggiunti ma soprattutto per gli obiettivi che l'azienda si riserva di conseguire in futuro: aumentare la propria capacità di riciclo fino al 75% entro il 2013.
Per poter ottenere questi risultati, sarà necessario ampliare il numero dei paesi in cui il programma è attivo, fra cui l'Italia, dove l'azienda sta portando avanti una serie di studi di fattibilità e di trattative con i principali attori del sistema, nell'attesa di raggiungere una quota di mercato più ampia. La necessità di lunghe trattative deriva dall'esistenza di una *impasse* legislativa, per cui in Italia, così come in tutti gli altri Stati membri, esclusa la Germania, il Legislatore non fa rientrare le capsule da caffè nel sistema nazionale di gestione degli

imballaggi. Questo impedisce ai produttori del settore di poter delegare al Consorzio Nazionale Imballaggi (CONAI) l'onere del recupero e del riciclo in cambio del versamento del contributo ambientale, proprio come avviene in Germania, dove si registrano i tassi di riciclo più elevati in Europa.
In conclusione, si può mettere in luce un altro vantaggio derivante dall'esperienza Nespresso, vale a dire il fatto di aver aperto la strada verso la risoluzione di una problematica che contribuirà a migliorare l'efficienza del ciclo di gestione dei rifiuti.

Bibliografia

Beverfood, http://www.beverfood.com
Bialetti, http://www.bialetticaffe.it/
Cassinelli, N., Del Duro, R., "La raccolta differenziata dei rifiuti e il riciclo delle materie seconde", Milano, F. Angeli, 2007
Centro nazionale di documentazione e studi dell'ambiente, http://www.cndamb.com
CIAL, http://www.cial.it
Coffe machine exprese, http://coffeemachine.com.au
DataBank, www.databank.it
Ecolaboration, http://www.ecolaboration.com
Espresso club, http://www.espresso-club.co.uk/
European Aluminium Association, EAA, http://www.eaa.net/
GDA, Gesamtverband der Aluminiumindustrie http://www.aluinfo.de
Igora, http://www.igora.ch
IUCN, International Union for Conservation of Nature, http://www.iucn.org/
Lab caffe, http://www.labcaffe.com/
Lavazza blue, http://www.lavazzablue.com/
M., Rigamonti L., "Riciclo dei rifiuti: analisi del ciclo di vita dei materiali da imballaggio", Palermo, D. Flaccovio, 2009
Mazzanti, M., Paleari, S., Zoboli, R., "La ricerca per la gestione dei rifiuti secondo gli standard europei: Aspetti economici del ciclo dei rifiuti", Consiglio Nazionale delle Ricerche, Dipartimento Terra e Ambiente, 2009
Nespresso, http://www.Nespresso.com
The European aluminium award 2010, http://www.aluminium-award.eu/2010
Topten International Group TIG, Paris, www.topten.info
Tradebe, http://www.tradebe.co.uk/
Vaia, D., "Il riciclaggio delle lattine di alluminio: da rifiuto a risorsa", Corso di metallurgia dei metalli pesanti, Università degli Studi di Trento, 2001

Summary

STATE OF THE ART OF RECYCLING DISPOSABLE COFFEE CAPSULES: A CASE STUDY.

Portioned coffee market is booming, with growth rates among the highest in the retail sector. It is an incredible evolution, began in the early 2000s, which established the switch from a "simple" raw materials (coffee beans or powder) to the offer of a integrated product / service system, that consists of a machine and a single-dose of paper, plastic or aluminum. However, the growth of the sector may cause a number of negative consequences for the environment, first of all the creation of a new type of waste, the used coffee pods, which the manufacturers do not yet seem to provide the proper attention. In this scenario, Nespresso has distinguished itself in a pioneer way, with the introduction of Alucycle program, designed to improve significantly the level of sustainability of its processes as based on a complete system for recovery and recycling aluminum which capsules are produced. From this case study, this paper aims to show the status of the work and the possible actions to reduce the environmental impact of coffee pods and capsules, highlighting the advantages and problems arising from the recycling of the same.

FUOCHI D'ARTIFICIO: CONSEGUENZE PER L'AMBIENTE

IMMACOLATA MANCO*, STEFANO PASTORE**, MARIA LAURA GIAGNORIO***
* Università degli Studi di Pavia, Dipartimento di Ricerche Aziendali "R.Argenziano", via S.Felice, 5, 27100 Pavia, e-mail: manco.imma@eco.unipv.it
**Dipartimento di Studi Aziendali, Giuridici e Ambientali, Università del Salento, Via per Monteroni, 75, 73100 Lecce, e-mail: stefano.pastore@unisalento.it
*** Università degli Studi di Pavia, Dipartimento di Ecologia del Territorio e degli Ambienti Terrestri, Via S. Epifanio, 14, 27100 Pavia, e-mail: marialaura.giagnorio@unipv.it

Riassunto
I fuochi d'artificio bruciando liberano miscele di sostanze chimiche costituendo così una delle fonti più insolite d'inquinamento atmosferico. Studi relativi agli impatti ambientali dopo manifestazioni pirotecniche hanno evidenziato la necessità di rivedere la chimica di base dei fuochi d'artificio che sfrutta tuttora i residui di perclorato, considerato un contaminante ambientale inorganico persistente e fonte di innumerevoli problemi per la salute dell'uomo. I dati delle concentrazioni di inquinanti dopo gli spettacoli pirotecnici sono disponibili per diversi contesti specifici, ad oggi, però, non esistono informazioni armonizzate in registri nazionali o regionali. La necessità di ottenere dei "Fuochi ecologici" ha spinto un gruppo di scienziati a studiare una tecnica che sfrutti l'energia derivante dai composti di azoto e diminuisca sia la quantità utilizzata di perclorato, che la produzione di metalli, per ottenere gli effetti caratteristici dei giochi pirotecnici. I costi troppo elevati però, portano ad utilizzare ancora fuochi d'artificio economici, spesso provenienti da Paesi non soggetti a severe normative di sicurezza e tutela ambientale.

Premessa
La pirotecnica è l'arte e la tecnica di preparazione dei fuochi d'artificio, sostanze chimiche in grado di dar luogo a reazioni di esplosione con le quali si proiettano nel cielo fuochi colorati per formare disegni di varie forme e colore. Le sostanze normalmente associate danno origine a quattro "effetti primari": luce, rumore, fumo e materiale solido in combustione. La pirotecnica ha origini remote, in Cina è conosciuta sin dal I secolo (**d.C**), mentre in Europa le prime fabbriche sorsero in Germania tra il 1340 e il 1348 per merito del monaco tedesco Bertold Schwartz che introdusse la polvere da sparo nel continente.
Come per la maggior parte delle arti antiche, le sue tecniche e i suoi segreti furono tramandati nel corso dei secoli solo oralmente, senza che nessuno si preoccupasse dei possibili effetti nocivi sulla salute e sulla sicurezza degli operatori e degli astanti. Per molti anni, gli unici libri in materia sono stati: "De la pirotecnia" di Vannoccio Biringuccio (Siena-1540), "Pirotecnia moderna" di F. Di Maio (Hoepli, Milano-1891), "Fuochi pirotecnici e artifizi da segnalazione" di P. Macchi (Pirola, Milano-1984).
I fuochi pirotecnici sono generalmente impiegati per intrattenimento, feste, celebrazione di un avvenimento, enfatizzazione di solennità e ricorrenze, ma spesso sono anche causa di infortuni e bruciature provocate dalle esplosioni.
Il materiale pirotecnico è classificato come esplosivo per questo è soggetto a severe normative di sicurezza, italiane ed europee che ne regolano la produzione, il trasporto e l'impiego.
I fuochi d'artificio sono composti da differenti miscele di esplosivi, che variano in funzione del loro impiego:

- *esplosivi di lancio*, costituiti essenzialmente da polvere nera per cariche di lancio e razzi, per inneschi, micce;
- *esplosivi "fulminanti"*, destinati alla confezione di tutti i fuochi che producono scoppi violenti accompagnati o no da lampi di luce;
- *esplosivi di "spaccata"*, usati per i fuochi che, raggiunta una carica di lancio, debbono spaccarsi proiettando violentemente una rosa di colori.

In base al luogo utilizzato per il lancio si classificano in fuochi da terra, aerei e d'acqua.
Caratteristica saliente dei fuochi d'artificio è l'emissione di fumo, composto prevalentemente da polveri fini dannose per l'apparato respiratorio. Inoltre, quando bruciano innescano delle reazioni che liberano miscele di sostanze chimiche, principalmente metalli, che si depositano al suolo e sulle acque causando un danno

ambientale notevole. I dati relativi al quantitativo di inquinanti in sospensione nell'atmosfera in seguito a spettacoli pirotecnici sono disponibili per diversi contesti specifici [Moreno T. et al, 2010], ma ad oggi non esistono informazioni armonizzate in registri nazionali o regionali.

La fisica dei fuochi d'artificio

In pirotecnica la polvere pirica costituisce il propellente per portare il fuoco in quota. È composta da carbone, zolfo ed altri combustibili, tra cui: zucchero (per bombe fumogene), silicio e boro (utilizzati soprattutto per le micce) ed elementi metallici. L'esplosione in quota avviene per mezzo di una miccia ad azione ritardata che innesca le reazioni chimico - molecolari. La polvere da sparo è prodotta utilizzando le proporzioni determinate dallo scienziato inglese Ruggiero Bacone nel 1249: 75% nitrato di potassio o salnitro (privo di cloruri o clorati o perclorati), 15% carbone vegetale di legna (contenente pochi zuccheri), 10% zolfo (puro e privo di tracce di acidità). Alla polvere da sparo, indispensabile per l'esplosione, si aggiungono altri reagenti necessari per ottenere colori ed effetti visivi.

Esistono due tipi di polvere da sparo: la polvere nera e la polvere infume. La polvere nera, una miscela di nitrato di potassio (salnitro), carbone e zolfo, utilizzata in passato come propellente per le armi da fuoco, trova ancora applicazione in pirotecnica per le cariche di lancio e di scoppio, tale miscela ha basso potere dirompente nella sua categoria, per questo è considerata l'esplosivo più innocuo e in nazioni come gli Stati Uniti d'America ne è consentita la libera vendita.

La polvere infume, che non produce fumo e non lascia residuo solido, per la minore temperatura di esplosione e un potere erosivo inferiore è un propellente per proiettili a propulsione rapida non detonante. Si tratta di una miscela omogenea di nitrocellulosa con plastificanti e stabilizzanti con o senza nitroglicerina, quest'ultima ottenuta sciogliendo il cotone nitrato nell'acetone.

Attraverso la combustione le particelle solide portate ad alta temperatura, emettono per incandescenza un ampio spettro di radiazione elettromagnetica, con lunghezze d'onda comprese tra 380 e 780 nanometri. A seconda del tipo di atomi la luce emessa assumerà differenti colorazioni e a temperature più alte corrisponderà una minore lunghezza d'onda delle radiazioni emesse, tuttavia temperature troppo elevate determinano la decomposizione della molecola stessa.

La maggior parte degli atomi metallici se eccitati ad alta temperatura presentano propri spettri di emissione con caratteristici valori di lunghezza d'onda e colori ben definiti. Composti dello stronzio (Sr) sono utilizzati per ottenere le colorazioni rosse, mentre i composti del sodio (Na) consentono di emettere una luce gialla. I composti del bario (Ba) impartiscono alla luce un colore verde brillante. La molecola CuCl (cloruro rameoso) emette una radiazione blu, in un intervallo di temperatura definito poiché a calore eccessivamente elevato la molecola si decompone. Nella combustione del magnesio (Mg) le particelle di ossido che si producono raggiungono i 3000° C ed impartiscono alla luce una colorazione bianca molto intensa. La stessa luce bianca si può ottenere con miscele di perclorato di potassio e alluminio. Dalla combinazione di sostanze diverse si ottengono le sfumature di colore. La colorazione viola non primaria si ottiene dall'emissione congiunta dei cloruri di stronzio e di rame.

In tab.1 sono elencati i sei tipi di materiali utilizzati per la confezione dei fuochi: avvolgenti, combustibili, comburenti, coloranti delle fiamme, agglutinanti e isolanti.

L'unione del comburente con un combustibile, al variare della temperatura produce:

- combustione lenta, gas e calore si disperdono mano a mano che si sviluppano;
- deflagrazione, la combustione si sviluppa più violenta, gas e calore si disperdono con facilità;
- detonazione o esplosione, la combustione è velocissima, allo sviluppo di luce e calore si hanno contestualmente effetti acustici e dinamici.

Quando si proiettano dei fuochi d'artificio nell'aria, con l'esplosione si liberano miscele di sostanze chimiche che bruciando danno origine a reazioni chimiche tra le materie mescolate; si tratta di una trasformazione della materia originaria in nuove sostanze, con composizioni sconosciute e nocive.

Avvolgenti	*Combustibili*	*Comburenti*	*Coloranti Delle Fiamme*	*Agglutinanti*	*Isolanti*
carta tedesca o d'imballaggio per i grossi avvolgimenti, in particolare, esterni per le bombe finite; carta blu carta per passafuochi cotone per gli stoppini e per rivestire i botti; spago di diverse grossezze per rivestire botti e bombe; pece, miscuglio di pece greca e catrame per impeciare lo spago.	fiore di zolfo: soggetto ad accensione spontanea se mescolato a clorato di potassio, per questo non utilizzato; zolfo in pietra: pestato finemente e sfruttato nelle composizioni colorate; zolfo in polvere: impiegato nella composizione bianca; alluminio: la di polvere di alluminio sfruttata per rinforzare le polveri, può essere brillante e scuro; magnesio: brillante e scuro, metallo leggero che brucia con fiamma ricca di raggi attinici (ultravioletti); antimonio: usato per dare vivacità nella composizione bianca. In pirotecnia l'uso e' vietato; manganese, metallo analogo al ferro, di colore bruno grigiastro, miscela per cannoli; clorato di potassio: ingrediente delle composizioni colorate; clorato di barite: impartisce colore verde; perclorato di potassio: usato nella miscela per cannoli; picrati[1]: impiegati come esplosivi e reattivi nella preparazione di coloranti. In pirotecnia l'uso e' vietato.	nitrato di potassio o salnitro: principale ingrediente della composizione bianca; nitrato di stronziana: colore rosso vivo (e' molto igrometrico); nitrato di barite: usato nella composizione verde (e' igrometrico); carbone: di legno duro produce scintille vive e durevoli, di legno leggero (es. di cerro) è un attivante della combustione; nerofumo: carbone finemente suddiviso; sughero: usato nella composizione azzurro e viola; gommalacca: usata nella composizione rosso; scialacca: usata nelle composizioni verde e viola.	carbonato di rame: miscelato con nitrato di stronziana si ottiene il colore violetto[2]; mercurio dolce o calomelano: costituito da polvere cristallina e amorfa, bianca, fine e pesante, ravvivante dei colori rosso, violetto, verde; nerofumo: per composizioni rosso, verde, roseo e nella sfera nera; ossicloruro di rame: per ottenere il colore azzurro; solfato di rame: per il colore azzurro; solfato di stronziana: per rosso e giallo; carbonato di stronziana: per composizioni rosa, violetto e lilla, carbonato di soda: per il giallo; gesso per indoratore: nel violetto dà tinta rosea; canfora: in miscela con nitro e zolfo dà fiamma bianchissima; creta setacciata: per il giallo; verde purgato: per il violetto; polivinilcloruro: per il verde.	destrina, usata per dare piu' consistenza alle stelle nelle bombe a sfera. Rallenta la combustione meno della gomma arabica; gomma arabica, serve per dare consistenza alle composizioni, ma ne rallenta la combustione; creta, setacciata e inumidita si usa come otturante in fondo alle lance, ai bengala, alle fontane.	terreno setacciato segatura

Fonte: nostra elaborazione su dati di [Di Maio F., 1916]

Tabella1: Materiali per la confezione dei fuochi d'artificio

Diversi studi in cui si sono misurate le immissioni di particelle durante i fuochi d'artificio, tra cui quelli effettuati negli USA [Perry K. D, 1999], nei Paesi Bassi ed in Svizzera [Braun-Fahrländer Ch et al, 1999], dimostrano l'aumento di elementi pirotecnici in sospensione nell'atmosfera.

[1] Sali dell'acido picrico (nitrofenolo)

[2] La miscela ancora umida, esposta al sole è soggetta ad autocombustione, va perciò tenuta all'ombra fino al totale essiccamento,

Normativa sui fuochi d'artificio

Il materiale pirotecnico è generalmente classificato come esplosivo dalla norma italiana vigente, pertanto la sua produzione, il trasporto e l'uso è sempre stato regolato e soggetto a severe normative di sicurezza.

Esiste comunque una specifica normativa europea, la direttiva 2007/23/CE [Gazzetta ufficiale dell'Unione Europea, 2007] in materia di immissione sul mercato di articoli pirotecnici.

La precedentemente direttiva 93/15/CEE (recante disposizioni relative all'immissione sul mercato e al controllo degli esplosivi per uso civile) escludeva gli articoli pirotecnici dal proprio campo di applicazione, decretando che si richiedessero per questi ultimi, misure adeguate in materia di tutela dei consumatori e di sicurezza pubblica, rinviando la questione all'elaborazione e al dettato di una direttiva specifica. La pubblicazione dell'ultimo provvedimento, ha per tali motivi, sanato di fatto il vuoto legislativo, fissando i requisiti basilari di sicurezza che gli articoli pirotecnici devono soddisfare ai fini della loro commercializzazione.

La nuova direttiva definisce nell'articolo 2, le tipologie di prodotto a cui si applica la normativa ("fuochi d'artificio", "articoli pirotecnici teatrali", "articoli pirotecnici per i veicoli") ed espone nel dettato dell'articolo 3 un'attenta classificazione in categorie, in ragione del loro utilizzo, delle loro finalità, del livello di rischio potenziale, ivi compreso il livello di rumorosità.

I fuochi d'artificio sono distinti in:

- categoria 1: fuochi d'artificio che presentano un rischio potenziale estremamente basso e un livello di rumorosità trascurabile e che sono destinati ad essere utilizzati in spazi confinati, compresi i fuochi d'artificio destinati ad essere usati all'interno di edifici e abitazioni;
- categoria 2: fuochi d'artificio che presentano un basso rischio potenziale e un basso livello di rumorosità e che sono destinati a essere usati al di fuori di edifici in spazi confinati;
- categoria 3: fuochi d'artificio che presentano un rischio potenziale medio e che sono destinati ad essere usati al di fuori di edifici in grandi spazi aperti e il cui livello di rumorosità non è nocivo per la salute umana;
- categoria 4: fuochi d'artificio che presentano un rischio potenziale elevato e che sono destinati ad essere usati esclusivamente da persone con conoscenze specialistiche, comunemente noti quali «fuochi d'artificio professionali», e il cui livello di rumorosità non è nocivo per la salute umana.

Gli articoli pirotecnici teatrali sono classificati come:

- categoria T1: articoli pirotecnici per uso scenico che presentano un rischio potenziale ridotto;
- categoria T2: articoli pirotecnici per uso scenico che sono destinati esclusivamente all'uso da parte di persone con conoscenze specialistiche.

Gli altri articoli pirotecnici annoverano:

- categoria P1: articoli pirotecnici diversi dai fuochi d'artificio e dagli articoli pirotecnici teatrali che presentano un rischio potenziale ridotto;
- categoria P2: articoli pirotecnici diversi dai fuochi d'artificio e dagli articoli pirotecnici teatrali che sono destinati alla manipolazione o all'uso esclusivamente da parte di persone con conoscenze specialistiche.

La pubblicazione della direttiva "Nuovo Approccio" ha soddisfatto le richieste da tempo attese dalla normazione europea, che oltre ad essere deputata alla revisione della serie di norme vigenti in materie di fuochi artificiali (elaborate a livello CEN dal comitato tecnico CEN/TC 212 "Fireworks"), ha l'onere di estendere l'applicabilità delle norme tecniche alle altre tipologie di articoli pirotecnici, per cui è fondamentale armonizzarne la vendita e definire misure di sicurezza comuni.

Il recepimento a livello nazionale della Direttiva Europea si è rivelato piuttosto articolato date le tematiche di salute e sicurezza che coinvolgono a vario titolo produttori, importatori e consumatori. Il processo ha condotto alla pubblicazione del Decreto Legislativo del 4 aprile 2010, n. 58: Attuazione della direttiva 2007/23/CE relativa all'immissione sul mercato di prodotti pirotecnici. Il decreto [Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, 2010] definisce la disciplina volta ad attuare la libera circolazione degli articoli pirotecnici nel mercato interno, assicurando, nel contempo, le esigenze di tutela dell'ordine e della sicurezza pubblica e di tutela della pubblica incolumità, la tutela dei consumatori e la protezione ambientale. Il presente decreto individua, inoltre, i requisiti essenziali di sicurezza che gli articoli pirotecnici devono possedere per poter essere immessi sul mercato.

È competenza del fabbricante l'onere di classificare gli articoli pirotecnici in categorie in conformità del loro tipo di utilizzazione, delle loro finalità e del livello di rischio potenziale, ivi compreso il livello di

rumorosità. Gli organismi notificati di cui all'articolo 7 confermano la classificazione in categorie (come indicate nella direttiva 2007/23/CE) secondo le procedure di valutazione di conformità di cui all'articolo 6.

Nell'analisi del contesto normativo in questione, la Direttiva Seveso 82/501/CEE, recepita in Italia con il DPR 17 maggio 1988, n. 175, emanata a seguito dell'incidente di un impianto chimico di Seveso nel 1976, risulta essere finalizzata alla prevenzione di gravi incidenti industriali e alla limitazione delle loro conseguenze. La direttiva nella sua prima applicazione fissava severe procedure di sicurezza e di protezione da attuare in tutti i siti considerati a rischio di incidente paragonabile a quello verificatosi a Seveso.
La Direttiva è stata oggetto di diversi aggiornamenti e nel 1996 è stata completamente riveduta e sostituita da una direttiva più incisiva e rigorosa, la Seveso II.
Sono escluse dal campo di applicazione di questa direttiva:

- le installazioni militari;
- i pericoli connessi alle radiazioni ionizzanti;
- il trasporto di sostanze pericolose su strada, per ferrovia, per via navigabile o aerea;
- le discariche di rifiuti.

In seguito ad successivi incidenti industriali (Romania nel gennaio 2000, Paesi Bassi nel maggio 2000, Francia nel settembre 2001) il Parlamento e il Consiglio Europeo hanno adottato la direttiva 2003/105/CE che modifica la direttiva «Seveso II» con il fine specifico di:

- ampliare l'ambito di applicazione della direttiva «Seveso II»;
- migliorare la definizione dei prodotti pirotecnici ed esplosivi;
- includere il materiale di scarto del processo di produzione o il materiale restituito al produttore nelle categorie di nitrato d'ammonio e di fertilizzanti a base di nitrato d'ammonio di cui alla direttiva «Seveso II».

Inoltre con l'art.20 della legge 18 aprile 2005, n.62 (Legge Comunitaria 2004), il Parlamento ha conferito delega al governo per la piena attuazione della direttiva 96/82/CE, come modificata dalla direttiva 2003/105/CE.
Successivamente, il Decreto Legislativo del 21 settembre 2005, n. 238 "Attuazione della direttiva 2003/105/CE, che modifica la direttiva 96/82/CE, sul controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose" (pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 271 del 21 novembre 2005 - Supplemento Ordinario n. 189) ha definito la normazione dei fuochi d'artificio compresa la classificazione aggiornata delle sostanze pericolose che include anche i nitrati di potassio.

L'impatto ambientale e sulla salute umana dei fuochi pirotecnici

Le reazioni chimiche che si innescano con fuochi d'artificio risultano essere affini alle reazioni che avvenivano nei "radius designationis" utilizzati dagli antichi romani i quali solitamente impiegavano il perclorato di potassio per accelerare il processo di combustione del carburante che fungeva da guida. Il perclorato bruciando avrebbe dovuto estinguersi totalmente al termine della reazione, ma spesso ciò non accadeva dal momento che la reazione cessava prima del completo esaurimento, con la successiva emissione di scie chimiche. Questa tecnica che sfrutta i residui di *perclorato*, è tuttora utilizzata per ottenere gli effetti visivi caratteristici dei fuochi pirotecnici. L'uso di perclorato è dimostrato essere fonte di innumerevoli problemi per la salute dell'uomo, soprattutto perché inibisce il funzionamento della ghiandola tiroidea. Conseguentemente ciò può indurre un serio deficit di sviluppo neurologico, gozzo nei neonati e nei bambini (inibisce l'assorbimento dello iodio nel tessuto tiroideo) e alla regolazione impropria del metabolismo negli adulti.
Le particelle di carbone sospese, emesse a seguito della combustione, prolungano i fenomeni di foschia caratterizzati da elevate concentrazioni di particelle fini che possono annidarsi e infiammare le vie respiratorie, scatenando tossi, infiammazione della gola e degli occhi [Steinhauser G. and and Musilek A., 2009]. Sono effetti che si moltiplicano per le persone già affette da turbe respiratorie o per chi risulta essere intollerante a sostanze chimiche, oppure per chi manifesta disturbi cardiaci e respiratori, ma anche per le persone sane.

La casistica degli incidenti provocati dai fuochi d'artificio ne evidenzia la loro pericolosità durante l'installazione ed utilizzo (9600 nel 2004 negli USA[3]), anche se la numerosità si è ridotta progressivamente

[3] Dati del U.S. Consumer Product Safety Commission

ad un terzo del suo valore nei primi anni '90[4] in seguito all'applicazione di rigorose misure di sicurezza in anni recenti.

Una stima di massima ha stabilito che, in Europa per Capodanno, sono sparati tra i 18.000 ed i 25.000 fuochi d'artificio, usanza condivisa in tutto il Mondo. I dati forniti dal Consiglio Nazionale per la Sicurezza dei Fuochi d'Artificio, sottolineano come negli Stati Uniti siano stati esplosi circa 123 milioni di kg di fuochi d'artificio nel 2006, di cui solo 9,5% "legali". In complesso, si valuta che circa lo 0,03% delle tossine nel mondo derivino dall'uso dei fuochi Pirotecnici [Sito http://noruff.wordpress.com, 2011] cifra questa che ne giustifica una valutazione del loro impatto.
Per ogni 270 grammi di polvere nera usata, 132 grammi di CO_2 vengono immessi nell'ambiente, soprattutto nell'aria sotto forma di micropolveri sottili, il resto si trasforma in solfuro di potassio ed azoto, sempre sotto forma di micropolveri sottili ed ultrasottili. A differenza della benzina, la polvere nera contiene già un ossidante in modo che i risultati della combustione generino meno CO_2 rispetto al peso iniziale della sostanza. Convertendo il volume relativo all'anno 2006 dei fuochi d'artificio consumati negli Stati Uniti in unità standard si ottengono 123.422 tonnellate. Poiché 270 grammi di polvere nera creano 132 grammi di biossido di carbonio, moltiplicando tale rapporto (132/270 = 0,4889) per il volume dei fuochi d'artificio si ottiene che l'emissione annuale degli Stati Uniti dai fuochi d'artificio è uguale a 60.340 tonnellate. Un valore maggiore delle emissioni di 12.000 automobili in un anno, o delle emissioni di 115.000 lampadine lasciate ininterrottamente accese per un anno.
Nel Vecchio Continente le stime relative alla pirotecnia sono pressoché uguali, ciò permette di effettuare una valutazione approssimativa del loro costo ambientale: i fuochi d'artificio costituiscono una fonte notevole di inquinamento atmosferico influenzando i livelli di perclorato contenuti nel particolato atmosferico (PM). Inoltre le tracce di metalli pesanti e di perclorato possono percolare nel terreno e inquinare gli acquiferi.
I seguenti risultati di casi studio su eventi specifici in diverse parti del mondo confermano l'interesse scientifico che l'argomento ha suscitato.

► Sebbene in generale, l'inizio dell'anno sia uno dei periodi con le minori emissioni di inquinanti ed in particolare di polveri in un area urbana, uno studio relativo alla qualità dell'aria di Milano, effettuato il primo gennaio 2008 ha rilevato una concentrazione di PM10 superiore di oltre 3 volte il valore limite di 50μg/m^3. Tale valore non dovrebbe essere superato più di 35 volte in un anno,. Questo fatto viene attribuito alla consuetudine di festeggiare la notte di San Silvestro con coloratissimi giochi pirotecnici. Infatti la combustione dei fuochi artificiali, anche se limitata ad un breve periodo attorno alla mezzanotte, produce notevoli nuvole di fumo che determinano concentrazioni medie orarie di PM10 così elevate da avere effetti molto significativi anche sulle medie giornaliere. Ad esempio nei giorni tra il 27 ed il 31 dicembre 2007 le concentrazioni medie giornaliere in Via Pascal a Milano erano comprese tra 104 e 121 μg/m^3 mentre il 1 gennaio 2008 si è registrata una concentrazione media giornaliera di 157 μg/m^3.
I risultati di una ricerca sulle proprietà chimico-fisiche delle particelle aeree in sospensione (ioni, carbonio organico ed elementare e distribuzioni di particolato) raccolte durante le manifestazioni pirotecniche a Milano [Vecchia R. et al, 2008], hanno evidenziato come gli elementi tipici emessi durante gli spettacoli siano aumentati in 1h come segue: Sr (120 volte), Mg (22 volte), Ba (12 volte), K (11 volte) e Cu (6 volte).
► Durante la Festa di Primavera nella provincia di Gansu (Cina) nel 2007, uno studio ha dimostrato che l'utilizzo dei fuochi d'artificio può causare l'aumento dei livelli di perclorato [Yali Shi et al, 2011]. Nell'esperimento sono stati raccolti campioni di aerosol (particolato inalabile-PM10) e di particolato maggiore (PM10-100) per studiare l'effetto di fuochi d'artificio sul perclorato presente nell'aria. I risultati hanno dimostrato che diverse concentrazioni di perclorato sono state rilevate in quasi tutti i campioni. Le maggiori concentrazioni sono state riscontrate nei campioni raccolti durante la notte dell'ultimo dell'anno, provenienti da due siti distinti, rispettivamente di 39,16 μg m^{-3} (PM10-100) e 9,89 μg m^{-3} (PM10) per la città di Lanzhou e 3,43 μg m^{-3} (PM10-100) e 4,97 μg m^{-3} (PM10) per la Contea diYuzhong; valori questi che equivalgano a 6,8-26,2 volte le concentrazioni medie riscontrate durante il periodo in cui non si hanno manifestazioni pirotecniche.
► Poco o niente si sa circa il livello e il contenuto di esposizione alle polveri sottili (PM2.5) a cui sono sottoposti coloro che assistono alle manifestazioni pirotecniche o che vivono nelle vicinanze. Durante il Concorso Internazionale dei Fuochi d'Artificio di Montréal nel 2007 è stata effettuata una valutazione dei livelli di PM2.5 e dei contenuti elementari [Joly A. et al., 2010]. Nel corso della manifestazione il livello di massima concentrazione di PM2.5, a cui erano sottoposti per un periodo molto breve coloro che vi

[4] Dati del National Council on Fireworks Safety

assistevano o che risiedevano a meno di 2 km dalla base di lancio, è risultato essere pari a 10 000 μg m^{-3}, circa 1000 volte i livelli di base. Infine il livello misurato di PM2.5 relativo ad una esposizione maggiore di un'ora a Montréal ha superato di 50 volte la concentrazione oraria media annuale urbana (< 20 μg m^{-3}) e più di 10 volte la massima concentrazione oraria (~120 μg m^{-3}). Lo studio ha evidenziato anche come gli alti livelli di PM2.5 sono repentinamente calati una volta finita la manifestazione (~10-40 μg m^{-3}), mentre le particelle emesse nell'atmosfera sono rimaste persistenti per un maggiore lasso di tempo fluttuando nello spazio a seconda delle condizioni meteorologiche. Anche in questo caso gli elementi che mostravano gli aumenti più consistenti nel corso delle manifestazioni risultavano essere K, Cl, Al Mg e Ti.

► L'Agenzia per l'Ambiente del Regno Unito ha stimato che durante le celebrazioni per il Nuovo Millennio a Londra, le emissioni derivanti dagli spettacoli di fuochi d'artificio della durata di 15 minuti e del valore di 35 tonnellate equivalgono a 120 anni di emissioni di diossina emesse dall'inceneritore dei rifiuti.

► Uno studio effettuato nel 2007 dall'*US Environmental Protection Agency* ha misurato i livelli di perclorato in un piccolo lago dell'Oklahoma, dove ogni anno il 4 di luglio si svolgono i consueti fuochi d'artificio. Entro 14 ore dallo spettacolo pirotecnico, la percentuale di perclorato nelle acque era di 1000 volte superiore a quella registrata normalmente [Wilkin R.T. et al., 2007].

► In occasione delle "Feste dell'acqua" di Stoccolma del 1996 sono state misurate le sostanze tossiche presenti nell'aria prima e dopo lo spettacolo pirotecnico. Il risultato ha evidenziato come l'arsenico fosse il doppio del normale, mentre piombo, mercurio, cadmio, rame, zinco e cromo risultavano 4 o 5 volte più elevati dei valori normali.

► In Svizzera, i numerosi fuochi d'artificio che sono tradizionalmente sparati ogni 1° agosto [UFAFP, 2002] hanno causato una vera e propria esplosione delle concentrazioni delle polveri fini. In alcuni luoghi, il valore limite legale di 50 $\mu g/m^3$ è stato effettivamente superato di ben sei volte.

Conclusioni

I risultati presentati evidenziano la necessità di rivedere la chimica che è alla base dei fuochi d'artificio, apportando i dovuti cambiamenti per ottenere "Fuochi Ecologici".

Un gruppo di scienziati di Munich, in Germania [Steinhauser G. and Klapötke T. M., 2008] e a *Los Alamos National Laboratory* in California, stanno studiando una maniera differente per scatenare la reazione che è alla base dei fuochi pirotecnici utilizzando, però, composti con un alto contenuto di azoto che possano fornire l'energia necessaria alla combustione. Servirsi l'energia emessa dalla rottura dell'azoto significherebbe diminuire drasticamente la quantità di perclorato necessaria per ottenere gli effetti caratteristici dei giochi pirotecnici nel cielo. Una minore quantità di perclorato produrrebbe anche meno fumo, ed implicherebbe anche una minore quantità di agenti coloranti, solitamente costituiti da metalli pesanti come stronzio**,** bario e rame, necessari per i giochi di luce.

La ricerca a Los Alamos è iniziata alla fine degli anni '90 per conto della Walt Disney Co., in seguito alle lamentele dei residenti di Anaheim, California, a causa dell'inquinamento proveniente dagli show notturni che si tengono a Disneyland (quasi 300 spettacoli ogni anno, equivalenti ad una media di 30 000 kg di fuochi pirotecnici). Come prima misura la Walt Disney Co. aveva già adottato, dal 2004, un nuovo sistema di lancio dei fuochi ad aria compressa, che non implicava l'utilizzo della polvere da sparo, riducendo sensibilmente il rumore del suolo e l'impatto ambientale.

I risultati promettenti degli esperimenti ottenuti con i primi prototipi dei "fuochi ecologici" hanno spinto due chimici del laboratorio di Los Alamos, Michael Hiskey e Darren Naud, a fondare la DMD Systems. Gli scienziati hanno potuto così sviluppare dei fuochi d'artificio a base di nitrocellulosa che risulta particolarmente abbondante, economica ed inoltre brucia sviluppando poco fumo senza emissione di residui di combustione dannosi per la salute. I nuovi fuochi sono caratterizzati dalla sola emissione di acqua, azoto e anidride carbonica al posto del fumo e del perclorato, infine anche il contenuto di metalli è stato ridotto di circa il 90%.

Alcuni di questi fuochi d'artificio ecocompatibili trovano già utilizzo nelle manifestazioni pirotecniche nel corso di concerti, sia all'aperto sia al chiuso. Persiste, purtroppo, il problema dei costi ancora troppo elevati per questo una maggioranza di comuni acquistano fuochi d'artificio a basso prezzo, spesso provenienti dalla Cina, che presentano notevoli impatti ambientali e ripercussioni gravi sulla salute dei cittadini.

Un'ultima osservazione è relativa alla necessità di effettuare studi più approfonditi [Croteau G. et al, 2010] per documentare e accertare l'esposizione ai differenti elementi emessi dai fuochi d'artificio e valutare la tossicità dei fumi prodotti e inalati che contengono concentrazioni elevate di metalli pesanti come Al e Ti.

Bibliografia

1) Moreno T. et al., “Effect of fireworks events on urban background trace metal aerosol concentrations: Is the cocktail worth the show?”, Journal of Hazardous Materials 183, 945–949, 2010
2) Di Maio F., “Pirotecnia moderna”, terza edizione a cura di Giacinto Fiorina, Ulrico Hoepli Editore libero della Real casa Milano 1916
3) Perry K. D, “Effects of outdoor pyrotechnic displays on the regional air quality of western Washington State”, Journal of the Air and Waste Management Association, 49, 146-155, 1999
4) Braun-Fahrländer Ch et al, “Health risks of air pollutants in the Basel area” report of the study published by Air quality office of Basel BRISKA (Basler Risikostudie Aussenluft), Liestal & Institute of Social and Preventive Medicine, 1999
5) Gazzetta ufficiale dell’Unione Europea, “Direttiva 2007/23/Ce del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 maggio 2007 relativa all'immissione sul mercato di articoli pirotecnici”, L 154/1-21, 14.6.2007
6) Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, “Decreto Legislativo 4 aprile 2010, n. 58 Attuazione della direttiva 2007/23/CE relativa all'immissione sul mercato di prodotti pirotecnici”, (10G0081) N. 93, 22 Aprile 2010
7) Steinhauser G. and Musilek A, “Do pyrotechnics contain radium?”, Environmental Research Letters, 4, 034006 (6pp), 2009
8) Sito http://noruff.wordpress.com/2011/01/08/fuochi-artificiali/, consultato il 10 maggio 2011
9) Vecchia R. et al, “The impact of fireworks on airborne particles”, Atmospheric Environment 42, 1121–1132, 2008
10) Yali Shi et al, “Effect of fireworks display on perchlorate in air aerosols during the Spring Festival”, Atmospheric Environment 45, 1323-1327, 2011
11) Joly A. et al., “Characterisation of particulate exposure during fireworks displays” Atmospheric Environment, 44, 4325-4329, 2010
12) Wilkin R.T. et al., “Perchlorate Behavior in a Municipal Lake Following Fireworks Displays”, Environmental Science and Technology, 41, 3966-3971, 2007
13) UFAFP (Ufficio federale dell’ambiente, delle foreste e del paesaggio), Fuochi d’Artificio con Ricadute Collaterali, l'Ambiente in Svizzera, Volume 142, 2002
14) Steinhauser G. and Klapötke T. M., “Green” Pyrotechnics: A Chemists' Challenge”, Angewandte Chemie International Edition, 47, Issue 18, 3330–3347, 2008
15) Croteau G. et al, “Emission factors and exposures from ground-level pyrotechnics”, Atmospheric Environment, 44, 3295- 3303, 2010

Summary
FIREWORKS: IMPLICATIONS FOR THE ENVIRONMENT

Fireworks release mixtures of chemicals when burning, thus becoming one of the most unusual sources of air pollution. Studies on the environmental impacts following fireworks events have highlighted the need to review the basic chemistry of fireworks that still exploits the residual perchlorate. This is considered a persistent environmental inorganic contaminant, which is the source of many hazards for human health.
The data on concentrations of pollutants after fireworks shows are available for different specific contexts; to date, however, no information is harmonized in national or regional registries
The need to obtain "Green Fireworks» has prompted a group of scientists to develop a technique that uses the energy derived from nitrogen compounds, decreasing both the amount of perchlorate used and the production of metals, in order to obtain the characteristic effects of fireworks.
However, costs for Green fireworks are still too high, thus inducing the use of cheap fireworks, often imported from Countries that do not apply stringent safety and environmental protection standards.

IL BILANCIO AMBIENTALE NEGLI ENTI LOCALI COME STRUMENTO DI CONOSCENZA E COMUNICAZIONE

PAOLA MASOTTI, NICOLA DETTINO
Dipartimento di Economia, Università degli Studi di Trento
Via Inama, 5, 38122, Trento
e-mail: paola.masotti@unitn.it

Riassunto
I bilanci ambientali sono documenti non obbligatori che gli enti locali possono predisporre al fine di rendicontare i propri impegni e la propria prestazione in tema ambientale. Il lavoro ha l'obiettivo di dimostrare l'importanza di questo documento nel favorire l'adozione di una politica locale improntata al miglioramento delle condizioni ambientali e, in una visione più impegnata, allo sviluppo sostenibile di un territorio. Verranno brevemente presentati gli strumenti che possono essere utilizzati per la predisposizione di un bilancio ambientale e, quindi,il bilancio ambientale effettuato per il Comune di Schio (VI) secondo la metodologia CLEAR.

Introduzione
I temi ambientali e di sviluppo sostenibile sono sempre di più al centro del dibattito sociale e politico sia a livello internazionale sia a livello locale. Da qui nasce l'esigenza di conoscere e misurare la componente ambientale di un paese, o un territorio limitato, per poter applicare politiche ambientali e di sviluppo sostenibile adeguate. Un importante strumento è stato individuato nella contabilità ambientale come riportato anche nel documento Agenda 21, nel corso del "*Earth Summit*" di Rio de Janeiro, nel 1992 (Alfieri A.; Bartelmus P., 1998).
Gli strumenti di contabilità ambientale sono stati riconosciuti anche dall'Unione Europea con la Raccomandazione 1653 (2004) del Consiglio d'Europa "*Environmental accounting as a sustainable development tool*" come strumenti necessari per presentare "*an objective picture of the state of, and changes in, the natural heritage, interactions between the economy and the environment, and expenditure on preventive measures, environmental protection and the repair of environmental damage*".
In Italia non esiste una normativa nazionale per la realizzazione di un sistema coordinato di contabilità ambientale per enti locali, regioni e Stato, anche se sono stati presentati diversi disegni di legge, il primo risale al 2001 e altri si sono succeduti negli anni, ma nessuno è stato approvato dal Parlamento.
Tuttavia non mancano progetti e iniziative che hanno portato ad elaborare alcuni importanti documenti e a realizzare i primi bilanci ambientali negli enti locali come, per esempio, il progetto CLEAR sviluppato da diciotto enti locali italiani che, tra il 2001 e il 2003, per primi hanno definito un sistema generale di contabilità ambientale e quindi la sua applicazione prendendo le mosse dal disegno di legge Giovanelli del 2001 (Parliamentary Assembly, 2004).
Un altro esempio è dato da un progetto comune tra l'Istat e il Ministero dello Sviluppo Economico per "individuare le potenzialità di utilizzo di informazioni di Contabilità ambientale per le politiche di sviluppo evidenziando il valore aggiunto di queste analisi rispetto ad altre tipologie di informazione ambientale" (Cervigni R. et al., 2005) Infine possono essere ricordate le linee guida predisposte dall'ISPRA in materia di bilancio ambientale negli enti locali (ISPRA, 2009).
Nel contesto italiano è possibile individuare delle realtà locali interessate a sviluppare esperienze di bilancio ambientale non solo per conoscere, misurare e valutare la componente ambientale del territorio ma anche per definire le politiche ambientali utili ad attuare una corretta gestione e salvaguardia del territorio stesso e, nel contempo, conoscere gli impegni e i vantaggi economici che ne possono derivare.
Il lavoro si propone di presentare brevemente i modelli di contabilità ambientale e di bilancio ambientale con particolare attenzione al metodo CLEAR e l'esperienza di bilancio ambientale sviluppato dal Comune di Schio (VI).

Materiali e metodi

I modelli di contabilità ambientale

Quando si parla di contabilità ambientale si fa riferimento a "*un sistema che permette di rilevare, organizzare, gestire e comunicare informazioni e dati ambientali; questi ultimi sotto forma di unità fisiche e monetarie*" (Coizet R. et al,, 2005). Si tratta, quindi, di raccogliere dati e informazioni per mettere in relazione le implicazioni ambientali dello sviluppo con le implicazioni economiche dei mutamenti dell'ambiente (Falcitelli F. e Falocco S., 2008). Inoltre, i sistemi di contabilità ambientale possono soddisfare due importanti esigenze: da una parte quella di supporto, a livello strategico e operativo, delle attività con risvolto ambientale; dall'altra quella di comunicazione, trasparenza e accesso alle informazioni verso gli stakeholders. In questo senso il bilancio ambientale ha dunque una valenza sia interna (gestionale) che esterna (di comunicazione) e, al prevalere dell'una o dell'altra prospettiva, si potranno avere anche diverse sfumature nella sua predisposizione (Bravi C. 2005).

Infine, è importante sottolineare come il bilancio ambientale vada oltre quei documenti sullo stato dell'ambiente che si limitano, per così dire, a fornire informazioni ambientali. La finalità del bilancio ambientale è infatti quello di essere sottoposto ad approvazione da parte degli organi politici di governo, come avviene per i tradizionali bilanci economico-finanziari. A questo aspetto è dedicata infatti molta attenzione da parte di tutte le metodologie proposte.

Attualmente è possibile far riferimento a un modello di bilancio ambientale nazionale condiviso da tutti gli stati elaborato dal servizio statistico delle Nazioni Unite sulla base delle esperienze di alcuni paesi che avevano già elaborato dei modelli, si tratta del metodo SEEA 2003 (*System of Integrated Environmental and Economic Accounting*). A livello locale, invece, nei vari paesi si sono elaborate metodologie diverse che hanno la funzione rendicontare diverse caratteristiche ambientali ed economiche locali, soddisfacendo quindi una esigenza di flessibilità (Dalmazzone S. e La Notte A., 2009).

Dal punto di vista della pubblica amministrazione, in Italia, è possibile individuare tre distinte metodologie di bilancio ambientale che dettano le linee guida per una sua realizzazione da parte degli enti locali. Queste sono: il *metodo CLEAR*, le *linee guida ISPRA* e l'*ecoBUDGET*.

Il manuale CLEAR si apre con la presentazione di due concetti che vengono assunti come "punti di riferimento" per tutto il modello: l'"accounting" e l'"accountability". Se con il primo termine si indicano "l'insieme delle procedure di rilevazione e di gestione dei dati ambientali" con il secondo si intende "la realizzazione di un sistema di responsabilità che renda chiare le relazioni tra decisioni, attività e parametri di controllo degli effetti (indicatori)", ovvero il rendere conto del proprio operato da parte dell'amministrazione, tramite l'assunzione di responsabilità di ciò che viene comunicato. Sotto questo punto di vista, il lavoro effettuato all'interno del progetto può infatti essere sintetizzato proprio come il passaggio dal "contare" e "contabilizzare" ("accounting"), al "rendicontare" ("accountability") dati e informazioni ambientali da parte dell'ente.

Il nucleo centrale del metodo proposto è caratterizzato dal *sistema di rendicontazione*, costituito dalla definizione delle politiche ambientali, dalla costruzione del sistema contabile e dalla fase di reporting. POLITICHE AMBIENTALI. Si tratta della formulazione da parte dell'ente degli impegni espliciti, già assunti o da assumere, che comportano effetti sull'ambiente. Il metodo CLEAR prevede che le politiche siano classificate secondo l'orizzonte temporale a cui si riferiscono. Si distinguono in questo senso: *indirizzi* (impegni strategici di lungo periodo), *obiettivi* (impegni strategici di medio-breve periodo) e *attività* (azioni realizzate o da realizzare nel breve periodo per perseguire indirizzi e obiettivi). L'individuazione delle suddette politiche si attua attraverso l'analisi dei documenti di programmazione e pianificazione dell'ente senza tralasciare la possibilità di effettuare apposite interviste agli amministratori.

SISTEMA CONTABILE. Consiste nell'identificazione degli indicatori di misurazione e controllo (attraverso i quali valutare gli effetti ambientali) e nella rilevazione delle spese con finalità ambientale (previste o sostenute). Per quanto riguarda gli indicatori è opportuno specificare come la loro identificazione non deve essere una mera lista, ma un elenco di parametri strettamente connessi agli aspetti ambientali delle politiche precedentemente individuate. Per quanto riguarda invece la spesa ambientale, si ravvisa la necessità di definire alcuni criteri che rendano il più possibile oggettiva la sua individuazione. A tal proposito viene, come primo punto, data la definizione di spese ambientali, ovvero: "*le spese sostenute per attività di prevenzione, riduzione, eliminazione e monitoraggio dell'inquinamento, ripristino ambientale e gestione sostenibile del territorio*". L'elemento discriminante risulta dunque la finalità per la quale una determinata spesa è sostenuta. Vengono inoltre riconosciuti ulteriori requisiti per procedere a livello operativo; si suggerisce che le spese debbano essere: chiaramente identificabili, avere ricadute positive in termini ambientali, essere complessive e non percentuali parziali di singole voci di spesa.

REPORTING. Fase nella quale vengono raccolte e sistematizzate le informazioni provenienti dalle due sezioni precedenti in un apposito documento di sintesi: il bilancio ambientale vero e proprio. I dati in esso contenuti sono sottoposti a valutazione, approvazione e successiva comunicazione, in primis alla comunità del territorio amministrato. E' importante sottolineare come, una volta a regime, il bilancio ambientale dovrebbe seguire lo stesso iter dei bilanci economico-finanziari tradizionali: la redazione e l'approvazione di un bilancio "di previsione" (contenente i valori attesi per l'anno) e di un bilancio "consuntivo" (contenente i valori effettivamente realizzati nel medesimo anno). Poiché l'implementazione di un tale sistema richiede la messa in pratica di procedure che saranno nuove per l'ente, è possibile che nella fase di avvio il bilancio ambientale venga redatto e approvato una sola volta all'anno e contenga elementi sia di consuntivo che di previsione (AA.VV., 2003).
Linee Guida ISPRA. Il documento, redatto nel 2009, non propone un modello ex-novo ma vuole essere una sintesi ponderata delle esperienze che si sono registrate nell'ambito della redazione di bilanci ambientali. Innanzitutto va sottolineato come anche in apertura di questo documento venga posta l'attenzione al concetto di "accountability", a conferma ancora una volta dell'importanza di andare oltre la raccolta di dati ambientali nell'implementazione di un sistema di contabilità ambientale. Entrando invece nel merito del modello, la prima considerazione da fare è che le linee guida ISPRA sono focalizzate proprio sul bilancio. Il corpo centrale del documento è infatti dedicato alla descrizione delle tre fasi operative che sono state identificate per la sua realizzazione: fase preliminare, di realizzazione e di reporting (ISPRA, 2009).
*Eco*Budget è uno strumento di contabilità ambientale per le amministrazioni locali che ha lo scopo di pianificare, monitorare e rendicontare l'uso delle risorse ambientali del territorio amministrato. Il modello è stato sviluppato da ICLEI (Local Government for Sustainability - Consiglio internazionale per le iniziative ambientali locali) e inizialmente implementato tra il 1996 e il 1999 in quattro città tedesche. Applica principi e pratiche del bilancio e del budgeting finanziario alla gestione delle risorse naturali (beni ambientali), ma senza attribuire valori economici alle risorse o agli impatti sull'ambiente. Il documento deve contenere le politiche ambientali dell'ente, descritte anche tramite un set di indicatori per ognuno dei quali vengono fissati degli obiettivi quantitativi. Questi target quantitativi, che rappresentano il cuore del metodo, vengono esplicitati ad inizio anno per poi essere confrontati con i valori realmente registrati nel corso dell'esercizio. Il confronto tra valori attesi e verificati consente di rivedere le politiche, gli investimenti stanziati e gli obiettivi che erano stati prefissi: si dovrebbe creare in questo modo un circolo virtuoso (Lussu F., Tabellini L., 2004).

Risultati e discussione
Schio è un comune di circa 38.600 abitanti della provincia di Vicenza, in Veneto. E' situato all'imboccatura della Val Leogra, alle pendici dei monti Novegno e Sommano ed è circondato da un anfiteatro collinare e prealpino di forte suggestione. L'estensione dell'ambiente collinare-montano ha reso difficile la coltivazione del suolo e ostacolato i commerci favorendo lo sviluppo di attività prima artigianali e successivamente industriali che hanno portato un discreto benessere ai cittadini.
Di fronte alla necessità di pensare al futuro del territorio e alla qualità della vita dei cittadini la classe dirigente locale è chiamata a rivedere profondamente il concetto di "benessere" e a definire politiche per uno sviluppo sostenibile attraverso impegni concreti. A tal fine, il comune di Schio ha negli ultimi anni adottato una serie di strumenti a partire dai principi che derivano dall'adesione alla "Carta di Aalborg" e alla "Carta europea dei diritti dell'uomo nella città" (Gasparin V. e Manza. P., 2007).
Il primo passo è stato di applicare la Valutazione Ambientale Strategica nella definizione del nuovo Piano Regolatore Generale, strumento strategico per la protezione dell'ambiente e lo sviluppo economico sostenibile. Successivamente è stato implementato il sistema di gestione ambientale dell'UE ottenendo nel 2005 la registrazione EMAS "con l'obiettivo di migliorare la propria situazione ambientale, adottando una politica trasparente e coinvolgendo, tra l'altro, tutto il personale dell'Ente in un lungo e impegnativo percorso di formazione" (Gasparin V. e Manza. P., 2007). Un ulteriore passo verso lo sviluppo di politiche sostenibile è stato quello di introdurre il bilancio ambientale del comune, con l'idea che tale strumento avrebbe portato un ulteriore importante elemento per conoscere e mettere in relazione gli aspetti ambientali e impegni economici.

Elaborazione del bilancio ambientale del Comune di Schio
A livello operativo, poiché si è ancora in una fase sperimentale, si è deciso di predisporre il bilancio ambientale consuntivo per l'anno 2009. Il lavoro è cominciato con l'identificazione delle politiche ambientali pianificate dal comune e delle azioni che l'ente ha individuato per dar loro attuazione. Per fare ciò sono stati presi in esame i seguenti documenti di programmazione:

- Linee programmatiche 2009-2014
- Relazione previsionale e programmatica 2010-2012
- Piano generale di sviluppo 2010-2014
- Piano esecutivo di gestione 2009 e 2010
- Dichiarazione ambientale (EMAS) 2007-2009 e 2010

Una volta effettuata questa operazione le diverse politiche e attività sono state suddivise in base alle aree e agli ambiti di rendicontazione stabiliti dal metodo CLEAR. Nel fare ciò è emerso, però, che il livello di dettaglio proposto era troppo elevato: a un buon numero di ambiti di rendicontazione non venivano abbinate politiche e attività ambientali. Si è deciso allora di rivedere la struttura originaria eliminando alcuni ambiti secondari in modo da semplificarla. Questa scelta è stata effettuata sia perché si è ritenuto che un eccessivo livello di dettaglio rischiasse di far perdere la visione della situazione generale, sia per applicare un suggerimento proposto proprio dalla metodologia CLEAR ossia quello di rendere il documento sufficientemente snello[1]. Le aree e gli ambiti di rendicontazione definitivi proposti sono riportati in figura 1.

FIGURA 1 - Struttura di rendicontazione proposta

1. Verde urbano e sistemi naturali 1.1 Gestione del verde urbano 1.2 Gestione dei sistemi naturali **2. Mobilità sostenibile** 2.1 Interventi infrastrutturali 2.2 Gestione della mobilità **3. Sviluppo locale sostenibile** 3.1 Sostenibilità del sistema urbano 3.2 Sostenibilità dei settori economici	**4. Risorse idriche** **5. Gestione rifiuti** **6. Risorse energetiche**	**7. Informazione ed educazione** 7.1 Educazione, formazione e sensibilizzazione allo sviluppo sostenibile 7.2 Strumenti, prassi e procedure per la riduzione degli impatti ambientali dell'attività dell'ente **8. Altri impegni** 8.1 Tutela dagli inquinamenti 8.2 Tutela degli animali 8.3 Emergenze

(Fonte: elaborazione personale)

Come raccomandato espressamente da CLEAR, le politiche sono state distinte in: politiche con obiettivi di lungo termine (ovvero oltre il mandato dell'amministrazione in carica e chiamate nel bilancio "impegni strategici") e politiche di medio termine (chiamate semplicemente "politiche").
Nel caso degli "impegni strategici", trattandosi di politiche molto generiche per l'ampio orizzonte temporale a cui si riferiscono, si è ritenuto opportuno identificarli per l'intera area di rendicontazione e non per i singoli e specifici ambiti. Nella figura 2 è riportato un esempio del risultato di questa operazione tratto dal bilancio.

FIGURA 2 – Esempio di ripartizione delle politiche ambientali relative all'area "verde urbano e sistemi naturali".

AREA 1 Verde urbano e sistemi naturali

1.1) <u>Gestione verde urbano</u>

Impegni strategici per l'area:
- Recuperare, tutelare, valorizzare e rendere fruibili le risorse naturali (compreso il paesaggio) assicurandone ampia e qualificata fruibilità, rappresentando anche una garanzia per la sostenibilità dello sviluppo. [LINEE PROGRAMMATICHE 2009-2014]

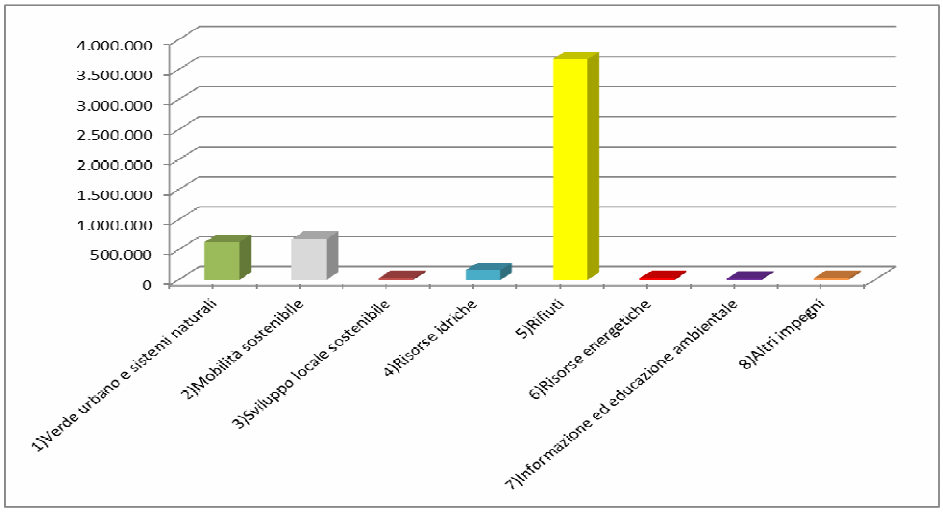
Politiche ambientali:
- Proteggere, valorizzare e incrementare le aree verdi. [LINEE PROGRAMMATICHE 2009-2014]
- Massima cura (in relazione alle risorse disponibili) dei parchi cittadini. [RELAZIONE PREVISIONALE E PROGRAMMATICA 2010-2012]

Attività da realizzare:
- ✓ Realizzare un parco/riserva con la possibilità di fare pic-nic con il posizionamento di tavole e caminetti nelle zone del Tretto e M. Magrè. [LINEE PROGRAMMATICHE 2009-2014]
- ✓ Censimento informatizzato delle aree verdi e valutazione acquisto nuovo software. [PEG 2010 - Lavori pubblici]
- ✓ Gestione e controllo appalto per la manutenzione del verde pubblico. [PEG 2010 - Lavori pubblici]

[1] Pur contenendo tutte le informazioni necessarie a dare conto delle attività a carattere ambientale sostenute, esso dovrebbe essere sufficientemente sintetico e chiaro in modo da consentire una lettura agevole per i diversi fruitori cui è indirizzato (politici, amministratori, cittadini) AA.VV., 2003.

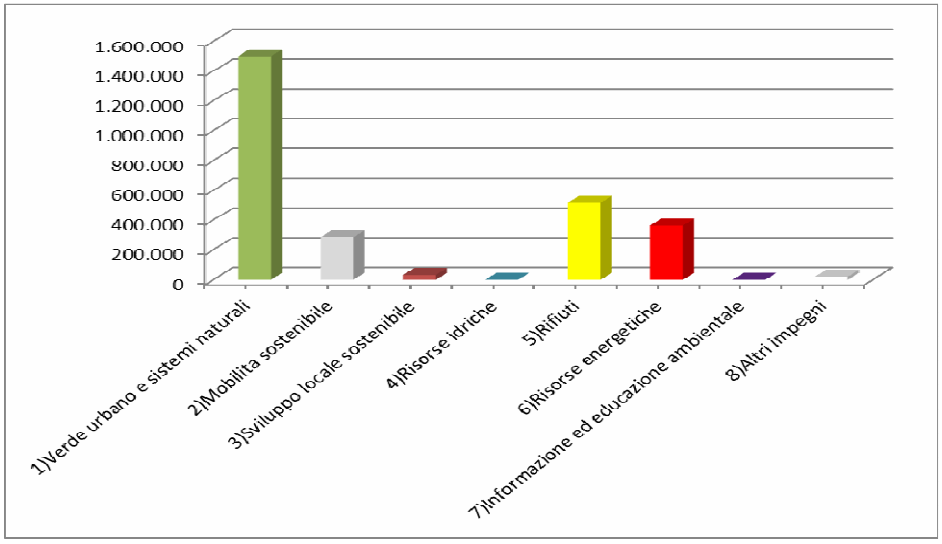
(Fonte: elaborazione personale)
Il passo successivo è consistito nell'identificazione delle spese ambientali dell'ente. Per fare ciò è stato preso come riferimento la definizione di spesa ambientale data in CLEAR tenendo presente anche il suggerimento di considerare solamente quelle spese chiaramente identificabili e che non fossero percentuali parziali di singole voci di spesa. Per fare questa operazione ci si è concentrati sulle due funzioni "viabilità e trasporti" e "gestione del territorio e dell'ambiente" del bilancio dell'ente. Queste funzioni corrispondono infatti alle aree funzionali in cui si concentrano in modo preponderante le spese ambientali. Successivamente, come già fatto in precedenza per le politiche, le spese sono state suddivise secondo i diversi ambiti di rendicontazione. L'ultima operazione effettuata nell'ambito delle "spese" è stata quella di predisporre un riepilogo sintetico delle spese suddivise per macro-area e a seconda che si trattasse di spese correnti o di investimento, replicando in questo modo la ripartizione prevista anche a livello di bilancio economico-finanziario tradizionale (Grafico 1 e Grafico 2). In questo modo si ha una visione d'insieme sulle modalità in cui vengono distribuite le finanze locali rispetto ai vari settori ambientali e alle modalità di utilizzo (spese correnti e di investimento).

GRAFICO 1 - Schema sintetico di rappresentazione delle spese ambientali correnti (Valori in Euro).



(Fonte: elaborazione personale)

GRAFICO 2 - Schema sintetico di rappresentazione delle spese ambientali per investimenti (Valori in Euro).



(Fonte: elaborazione personale)

L'ultimo set di informazioni che mancava da inserire era quello relativo allo stato dell'ambiente e delle risorse naturali rappresentato tramite gli indicatori ambientali. A tal proposito è bene osservare come più che di indicatori ambientali sia più corretto parlare di indicatori di sostenibilità: uno "*strumento di controllo del*

processo di realizzazione di uno sviluppo sostenibile, in termini d'avvicinamento o allontanamento dagli obiettivi prefissati" (Cukjati F. e Pietta A., 2003). Infatti non tutti gli indicatori effettivamente si riferiscono allo stato dell'ambiente; alcuni, come l'estensione delle piste ciclabili o della zona a traffico limitato (ZTL), pur non riferendosi direttamente alle risorse naturali riguardano aspetti che possono ritenersi comunque collegati alla promozione della qualità ambientale. Gli indicatori di sostenibilità, in un'ottica di sviluppo sostenibile, sono chiamati a svolgere diverse funzioni: non solo monitorare le condizioni ambientali, ma anche quelle sociali ed economiche del contesto territoriale considerato; integrare queste informazioni nei processi decisionali; contribuire alla definizione delle problematiche connesse allo sviluppo; valutare le politiche attuate in campi rilevanti; stimolare i cittadini ad avere "comportamenti ecologici"; identificare il percorso verso la sostenibilità, attraverso l'indicazione di obiettivi e valori di soglia (Cukjati F. e Pietta A., 2003). Per questo tipo di dati si è fatto riferimento alla *dichiarazione ambientale* del Comune che ne riporta una quindicina, relativi alle principali aree ambientali. Ancora una volta i singoli indicatori sono stati attribuiti alle varie aree. Al termine di questa operazione gli indicatori sono stati rivisti singolarmente affinché rispettassero quattro requisiti base (Cukjati F. e Pietta A., 2003):

- la *rilevanza* (ossia la loro utilità nel supportare l'adozione di politiche ambientali),
- la *capacità di orientare le decisioni*,
- la *capacità di orientare i comportamenti*,
- la *validità scientifica* e l'*applicabilità* (reperibilità dei dati necessari).

Infine, a bilancio ultimato, una attenta analisi del lavoro ha evidenziato la necessità di elaborare degli eventuali nuovi indicatori in modo da riuscire a descrivere ulteriori necessità informative.
Queste nuove elaborazioni si sono rilevate essere: il numero di siti bonificati rispetto al numero di procedimenti di bonifica per siti inquinati, il numero di linee e di utenti del "millepiedibus", il numero di prelievi giornalieri al "bike sharing", il numero medio di utenze del trasporto pubblico locale (TPL), il numero di prodotti D.E.C.O. (Denominazione di origine comunale), il numero di isole ambientali realizzate rispetto a quelle previste, il numero di campagne di sensibilizzazione su temi ambientali realizzate, il numero di gare di appalto dell'amministrazione che tengano in considerazioni criteri ambientali. In figura 3 è riportato un esempio di come sono stati organizzati e presentati gli indicatori ambientali.

FIGURA 3 - Struttura di presentazione degli indicatori ambientali.

INDICATORI	UNITÀ DI MISURA	2007	2008	2009	TIPO	CONDIZIONE	TREND
Verde pubblico in area urbana	mq/abitante	23,6	24,1	24,5	R		
Fonte: Servizio Ambiente, Direzione Lavori Pubblici del Comune di Schio Fonte: Sincert							
Siti inquinati	N° siti bonificati/procedimenti	n.d	n.d	0/7	R		
Agricoltura biologica	n° aziende certificate sul territorio comunale	6	4	5	R		

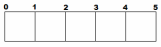
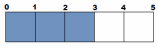
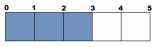
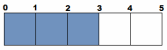
Fonte: Servizio Ambiente, Direzione Lavori Pubblici del Comune di Schio
Sito dell'ente di certificazione ICEA, www.icea.info, link "elenco aziende certificate" e dati forniti dall'organismo Bios

✓ Si fa riferimento esclusivamente ad aziende certificate con organismi accreditati presso il SINCERT
✓ Compreso il Comune di Schio

Il lavoro, dunque, è stato articolato in tre sezioni distinte per facilitare la lettura e la comprensione delle principali tipologie di informazioni descritte (politiche, spese e indicatori). Per rendere il bilancio il più possibile uno strumento gestionale e non di mera informazione è stato elaborato un apposito schema riassuntivo in cui, per ciascuna area, vengono riportate tutte le informazioni raccolte. In figura 4 ne viene riportato un esempio tratto direttamente dal bilancio.
Lo schema, che va letto dall'alto verso il basso, è stato pensato per riuscire ad identificare a livello grafico come le singole politiche (riportate nella prima riga) vengano realizzate con azioni concrete (attività); quale sia il livello di attuazione di tali attività rispetto al target prefissato ed indicato sinteticamente attraverso un simbolo grafico; come il raggiungimento o meno delle politiche venga monitorato da parte dell'ente (indicatori) e infine quale sia l'obiettivo di medio termine (entro la fine del mandato) in relazioni agli indicatori.

L'utilizzo degli indicatori per monitorare l'avanzamento delle politiche è conseguenza della considerazione che questi siano da ritenersi degli "indicatori di sostenibilità" e come tali adatti, tra le varie cose, a monitorare proprio le politiche in tema di sostenibilità.
Per la definizioni di target invece lo spunto è stato preso dal metodo *eco*Budget. Definire dei target è un aspetto molto importante in quanto attraverso degli obiettivi quantitativi si può valutare in modo oggettivo lo stato di attuazione delle politiche intraprese dall'ente e, inoltre, è possibile fornire agli amministratori uno stimolo per l'adempimento delle politiche individuate.

FIGURA 4 - Schema di rendicontazione elaborato. Esempio applicativo tratto dal bilancio ambientale del Comune di Schio.

Politiche	1) Proteggere, valorizzare e incrementare le aree verdi		2) Massima cura dei parchi cittadini	
Attività	• Realizzare un parco riserva nelle zone del Tretto e M. Magrè	• Censimento informatizzato e acquisto nuovo software	• Gestione e controllo appalto	• Adozione regolamento verde pubblico
Stato di attuazione				
Indicatori	• Verde fruibile in area urbana (mq/abitante)		/	
Target (2014)	**27** mq/ab.		/	

(Fonte: elaborazione personale)

Per aumentare il valore delle informazioni fornite dal bilancio, si possono individuare tre interventi che in un prossimo futuro, potranno essere intrapresi. Il primo consiste nell'aumentare il livello di dettaglio nello schema proposto, prevedendo ad esempio più livelli di attività e nuove politiche: ciò darebbe maggiore impulso alla pianificazione ambientale del Comune. Il secondo consiste invece nel predisporre una nuova sezione che rendiconti sul patrimonio ambientale dell'ente (una sorta di "conto ambientale patrimoniale"), suddivisa anche in questo caso secondo le aree individuate. Una simile sezione permetterebbe di valutare le variazioni quantitative e qualitative degli stock delle principali risorse naturali del territorio. L'eventuale introduzione di questa nuova sezione sarebbe tra l'altro agevolata dalla documentazione EMAS, all'interno della quale viene svolta un'attenta analisi del contesto ambientale di riferimento che descrive proprio le varie tipologie di risorse presenti nel territorio scledense. Il terzo intervento consiste nel dare particolare enfasi alla selezioni di un set di target che il Comune si prefigge di raggiungere; si tratterebbe insomma di sviluppare quello che è il nucleo centrale del metodo *eco*Buget. Come già espresso più volte la definizione di target con le relative scadenze temporali costituisce sicuramente una pianificazione efficacie che pone della solide basi per incidere concretamente sui fenomeni ambientali rilevati. L'inserimento nel bilancio dei target di medio termine va letto proprio in questa ottica.

Conclusioni

Il bilancio realizzato ha permesso di identificare (per ciascuno dei principali ambiti e sotto-ambiti di rendicontazione individuati[2]): le politiche e le attività con finalità ambientale alle quali gli amministratori hanno dato priorità e che vengono elencate nei documenti contabili e di programmazione; le spese sostenute nel corso del 2009 per dare attuazione alle politiche alle attività ambientali; gli indicatori che forniscono una misura di sintesi sia sullo stato dell'ambiente, sia sul livello di avanzamento e raggiungimento delle politiche rilevate.
Sebbene si tratti di informazioni già in possesso da parte del Comune, trovarle raccolte in un unico documento può agevolare senza dubbio gli amministratori e il personale tecnico dal punto di vista della programmazione e della gestione delle attività ambientali, nonché migliorare la comunicazione esterna e il coinvolgimento della cittadinanza.
A questo scopo per dare maggiore valore al bilancio è stato elaborato e proposto uno *schema di rendicontazione* che permette di visualizzare in maniera esaustiva e sintetica tutti i dati presi in

[2] Si veda Figura 1.

considerazione con l'intento di migliorare la capacità gestionale di questo strumento facilitando amministratori e personale tecnico nello svolgimento delle loro relative funzioni.
A conclusione del lavoro è stato possibile individuare alcune criticità che emergono dalla lettura del bilancio. Ad esempio un'attenzione particolare meritano quegli indicatori che presentano un trend negativo (traffico veicolare e quantità di rifiuti pro capite) o comunque situazioni critiche (livelli di PM10 e ozono). Gli ambiti associati a questi indicatori rappresentano situazioni sulle quali può ritenersi necessario intervenire. Altri aspetti che pur non essendo critici meritano comunque di essere sottolineati sono: la concentrazione delle spese ambientali solamente su due aree ("gestione rifiuti" per le spese correnti, "verde urbano e sistemi naturali" per le spese in conto capitale); la mancanza, per certi ambiti, di attività che diano attuazione alle specifiche politiche individuate (ad esempio per le politiche inerenti al "porre attenzione agli spetti ambientali nello sviluppo dell'offerta turistica"); lo stato di avanzamento di quelle attività che per il momento non hanno avuto esecuzione. Dall'altro lato, invece, tra gli elementi che possono ritenersi positivi, vanno menzionati: il trend positivo registrato dalla maggior parte degli indicatori; l'identificazione di un discreto numero di attività volte a "concretizzare" le politiche ambientali; lo stato già in fase di esecuzione di molte delle precedenti attività.
Grazie alle indicazioni emerse dalla rendicontazione ambientale è possibile dunque adottare politiche e comportamenti che siano in linea con i principi di sostenibilità nei vari settori della società. Proprio per garantire la massima efficacia e per evitare che la redazione di bilanci ambientali rimanga un esercizio di procedure a carico degli uffici tecnici del Comune, è fondamentale il coinvolgimento degli organi di governo (ovvero la parte politica) in questo processo: sono loro infatti a poter incidere concretamente nei fenomeni sociali, ambientali ed economici[3] in riferimento al contesto da essi amministrato.

Bibliografia

AA.VV., "Metodo CLEAR: dalla contabilità alla politica ambientale", coordinamento testi: Di Bella I., Franceschini P., Edizioni ambiente, Milano, 2003

Alfieri A., Bartelmus P., "Implementation of environmental accounting: towards an operational manual" in: Environmental accounting in theory and practice, edited by Kimio Uno and Peter Bartelmus, Kluwer academic, 1998.

Bravi C., "La Contabilità Ambientale degli enti pubblici territoriali: quali contributi alla politica ambientale", in: La natura nel conto. Contabilità ambientale: uno strumento per lo sviluppo sostenibile, Coizet R., Di Bella I., Giovannelli F., Edizioni Ambiente (2° edizione), Milano, 2005.

Cervigni R., Costantino C., Falcitelli F., Fermia A., Pennini A., Tudini A., "Ambiente e politiche di sviluppo: le potenzialità della contabilità ambientale per decidere meglio", Materiali UVAL Numero 5, Roma, 2005.

Coizet R., Di Bella I., Giovannelli F., "La natura nel conto. Contabilità ambientale: uno strumento per lo sviluppo sostenibile", Edizioni Ambiente (2° edizione), Milano, 2005.

Consiglio d'Europa, "Environmental accounting as a sustainable development tool" Raccomandazione 1653 2 marzo, 2004.

Cukjati F., Pietta A., "L'applicazione dello Sviluppo Sostenibile mediante gli indicatori", Working Paper GEO 1-03, Dipartimento di Studi Sociali dell'Università degli Studi di Brescia. 2003.

Dalmazzone S., La Notte A., "Environmental accounting at different levels of government: the state of the art", in: "Governing the environment: Salient institutional issues" Breton A., Brosio G., Dalmazzone S., Garrone G., Edward Elgar, Chltenham, 2009.

Falcitelli F., Falocco S. (a cura di), "Contabilità ambientale", il Mulino, Bologna, 2008.

Gasparin V., Manza. P. (a cura di), "Comune di Schio Dichiarazione Ambientale", 2007.
http://www.comune.schio.vi.it/a_3511_IT_12185_1.html

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), "Il Bilancio Ambientale negli Enti Locali. Linee guida", Dipartimento Stato dell'ambiente e metrologia ambientale, Servizio Reporting ambientale e strumenti di sostenibilità, Roma, 2009.

Lussu F., Tabellini L., "Il progetto ecoBudget per le Amministrazioni locali" ARPA rivista, Maggio-Giugno 2004.

Parliamentary Assembly, Environmental accounting as a sustainable development tool, Doc. 10071 11 February 2004. http://assembly.coe.int/Documents/WorkingDocs/doc04/EDOC10071.htm#5t).

Summary

ENVIRONMENTAL ACCOUNTING IN LOCAL GOVERNMENTS: A TOOL OF INFORMATION MANAGEMENT AND COMMUNICATION

Environmental accounts are non mandatory documents that local administration can implement to know and assess their environmental performances. The purpose of this paper is to demonstrate the importance of environmental accounting practices to help local decision makers to adopt local environmental policies and, in long term, introduce principles of sustainable development into their policies. The main environmental accounting national standards used at local level are shortly presented and the environmental accounting developed by the Schio Municipality applying the CLEAR method is described.

[3] I tre ambiti sociale, economico ed ambientale costituiscono infatti i tre "pilastri" dello sviluppo sostenibile.

EMISSIONI DA TRASPORTO AEREO E POSSIBILI STRUMENTI DI MITIGAZIONE

STEFANIA MASSARI, MARCELLO RUBERTI *
Dipartimento di Studi Aziendali, Giuridici ed Ambientali, Università del Salento
Via Prov.le Lecce-Monteroni, 73100, Lecce
e-mail: stefania.massari@unisalento.it, marcello.ruberti@unisalento.it

Riassunto
Fino a pochi decenni fa, il settore aeronautico presentava un trascurabile impatto sull'ambiente del Pianeta e sul relativo sistema climatico nel suo complesso. Recentemente, però, il notevole intensificarsi del traffico aereo – nonostante le brevi battute di arresto a seguito dell'11 settembre 2001, della guerra in Iraq e del verificarsi della SARS –, dovuto ad una serie di ragioni, prima tra tutte, al boom dei voli low-cost, sta mutando radicalmente e in modo molto repentino la situazione. Dal punto di vista ambientale, però, profonde incognite aleggiano sul prossimo futuro, se l'attuale trend di sviluppo del settore dovesse, come sembra, permanere. Nonostante gli indiscutibili progressi tecnologici, infatti, tale tipo di mobilità non si sta sviluppando in termini di eco-sostenibilità. Molto ci si attende dall'entrata a regime, nel 2012, in Europa del sistema di "Emission trading", anche se non mancano già le prime perplessità. In questa nota, esamineremo i principali problemi ambientali connessi alle emissioni chimiche (inquinanti e contaminanti) di questo settore e le principali soluzioni proposte.

Introduzione
Tra i vari mezzi di locomozione, l'aereo è senza dubbio quello più inquinante (considerando, ad esempio, le emissioni della sola CO_2 in termini di passeggero/km o di t/km di merci trasportate), senza contare l'impatto ambientale degli aeroporti, dei mezzi ausiliari, delle raffinerie che producono il jet-fuel, delle industrie di costruzioni aeronautiche e del resto dell'indotto; tali fonti, ovviamente, inciderebbero in misura molto maggiore sul bilancio complessivo delle emissioni e sul peso che queste hanno sul riscaldamento globale.
Secondo i dati dell'ICAO (*International Civil Aviation Organization*), nel 2008, sono stati quasi 2,3 miliardi i passeggeri trasportati a livello globale, con un incremento di oltre il 45% rispetto a dieci anni prima; parimenti sono aumentati i chilometri percorsi (quasi 35 miliardi di km, aumentati anch'essi del 45% nel medesimo periodo) e le ore di volo (da 37,6 del 1999 a 53,7 milioni di ore nel 2008, con un +43%). Anche il volume delle merci trasportate, nel periodo 1999-2008, è aumentato per pari peso (+44%), superando i 40 Mt/anno nell'ultimo anno considerato (ICAO, 2011).
Continuando l'elaborazione dei dati della medesima fonte, si può constatare che anche l'indice RPK (*Revenue Passenger Kilometres*), calcolato come il prodotto del numero di passeggeri paganti trasportati moltiplicato per il numero di km volati, è incrementato considerevolmente nell'ultimo decennio (pari al 53%). A ciò si è aggiunto un contestuale miglioramento dell'efficienza di carico, considerata in relazione al numero dei posti occupati rispetto a quelli resi disponibili dalle varie compagnie (ASK, *Available Seat Kilometers*), che in parte rimangono vuoti. Infatti, il valore del PLF (*Passenger-Load Factor* = RPK/ASK) è passato dal 69,1% del 1999 al 75,7% del 2008. Parimenti, per quanto riguarda le merci, sia l'indice FTK (*Freight Tonnes Kilometres*) sia quello aggregato RTK (*Revenue Tonnes Kilometres*) sono cresciuti, rispettivamente, del 44% e del 41% nei dieci anni considerati.
In termini annuali, tra l'ottobre del 2010 e quello del 2009, l'RPK è cresciuto dell'8,5% e l'FTK di ben il 24%. L'aerea geografica che ha fatto registrare gli incrementi più elevati, per quasi tutti gli indici, è stata quella Mediorientale, mentre l'America Latina, l'Asia e l'Europa sono quelle a crescita più moderata (IATA, 2011).
Secondo i dati ENAC, nel 2010, il traffico commerciale (arrivi + partenze) nella totalità degli scali italiani è stato pari a quasi 140 milioni di passeggeri e ad oltre 860 mila tonnellate di merci, con incrementi rapportati al 2001 pari, rispettivamente, al 54% ed al 20% (ENAC, 2011).
La quota dei consumi di vettori energetici fossili (prodotti petroliferi, carbone e gas naturale) attribuibile al settore aeronautico mondiale è pari al 2% mentre quella riferita al consumo dei soli prodotti petroliferi (olio combustibile, benzine, GPL, gasolio, ecc.) risulta essere del 4% (DATEC, 2011).

* IL LAVORO È DA ATTRIBUIRE IN PARTI UGUALI AGLI AUTORI.

Obiettivo del presente articolo è di rappresentare schematicamente il quadro di sviluppo del settore, evidenziandone e stimandone gli impatti sull'ambiente in termini di emissioni e di effetti sul clima, anche per mezzo di alcuni utili indicatori. Per ovvie ragioni di spazio, si focalizzerà l'attenzione sulle sole emissioni chimiche (tralasciando, ad esempio, quelle acustiche) ed ai loro effetti su scala globale, trascurando quelli su scala locale (es. nei pressi degli aeroporti), che coinvolgerebbero nell'analisi la stima delle effetti puntuali di altre fonti inquinanti (es. i mezzi a terra).

Emissioni atmosferiche

Gli aerei sono responsabili della emissione, per buona parte in quota, di una lunga serie di gas inquinanti (dannosi per l'ambiente e l'uomo) e contaminanti (climalteranti): H_2O, CO_2, NO_X, CH_4, CO, SO_X e NMVOC. Insieme a questi si generano anche particolato (*soot*) e metalli pesanti (PM_{10}, $PM_{2,5}$, As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn).

Gli effetti dei contaminanti aereonautici, in particolare, risultano essere maggiormente dannosi per il clima proprio perché la loro azione si esplica a quote molto elevate. Si innescano anche una serie di reazioni secondarie a catena (con formazione di altri elementi), che danneggiano la composizione e la concentrazione relativa delle sostanze naturalmente presenti a quelle altitudini e che garantiscono la tenuta delle delicate condizioni di equilibrio su cui si basa l'intero sistema della biosfera terrestre. Le emissioni che avvengono nella stratosfera si diffondono poi su tutto il globo, con ripercussioni sui delicati equilibri pedo-climatici e sullo strato di ozono non del tutto chiare.

Tali emissioni si originano a seguito della combustione del kerosene (una miscela di diversi idrocarburi, nel range C_9–C_{16}), che, molto schematicamente (considerando, ad esempio, la combustione completa dell'*n*-dodecano), può essere rappresentata stechiometricamente dalla seguente reazione:

$$C_{12}H_{26} + \frac{37}{2}(O_2 + 3{,}76N_2) \rightarrow 12CO_2 + 13H_2O + 65{,}8N_2 + \text{energia}$$

Come si vede, il peso molare dei due gas serra, rispetto ad una molecola di carburante, è notevole. Infatti, inserendo i corrispondenti pesi atomici agli elementi di cui sopra, possiamo facilmente ricavare le masse molari relative delle sostanze che interagiscono: per ogni g/mol di dodecano che si brucia, si origineranno 1,375 g/mol di H_2O e ben 3,1 g/mol di CO_2. Dei due, mentre il vapore acqueo scompare dopo qualche settimana, l'anidride carbonica può sopravvivere per tempi molto più lunghi e continuare a contribuire all'effetto serra anche per 100 anni e più.

Nella reazione di cui sopra, intervengono, come è ovvio, in misura preponderante (ben 10,8 g/mol per 1 g/mol di *n*-dodecano) anche le molecole di azoto (per semplificare, ipotizzate come non partecipanti alla reazione), presenti naturalmente nell'atmosfera, dando vita a NO_x, la cui persistenza varia da pochi mesi a qualche decina di anni. A tal proposito, c'è da dire che, per i motori a reazione, eventuali accorgimenti tecnologici di riduzione delle emissioni di CO_2 determinerebbero un incremento di quelle di NO_x e viceversa, per cui è opportuno indagare a fondo sui meccanismi di azione di tali gas non-CO_2 in relazione al riscaldamento del Pianeta, in modo da privilegiare la formazione del gas a minore *forcing radiativo* (RF) complessivo (Dorbian et al., 2011).

Secondo l'Agenzia Europea dell'Ambiente (AEA), le emissioni di CO_2 in Europa sono cresciute del 90% nell'intervallo di tempo tra il 1990 ed il 2005 (EEA, 2007). Se tale trend dovesse permanere, la quota del settore aeronautico rappresenterebbe, tra pochi anni, almeno il 25% del totale delle emissioni di gas serra permesse ai paesi dell'Unione europea sulla base del Protocollo di Kyoto e a lungo termine diverrebbe preponderante (Commissione delle Comunità europee, 2005; Bows et al., 2008).

Gli impatti del settore aeronautico sono considerevoli. A tal proposito, c'è da considerare anche il fatto che una parte consistente di emissioni avvengono in fase di decollo e di atterraggio (con tutte le conseguenze immaginabili per le persone che vivono nei pressi degli aeroporti), per cui, com'è intuibile, la lunghezza della tratta di volo è inversamente proporzionale alle emissioni pro-capite/km.

Secondo le risultanze dell'autorevole Rapporto Stern (British Government, 2011), i quantitativi di CO_2 prodotti da parte dell'intero parco aereo circolante sono pari a 0,7 Gt/anno; equivalenti all'incirca all'1,6% del totale dei gas climalteranti (anche di quelli NON-CO_2).

Per quanto riguarda il nostro Paese, nel 2009, secondo i dati dell'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), le emissioni di GHG (*Greenhouse Gas*) da parte dell'aviazione civile sono state di quasi 2,3 $MtCO_2eq$, pari all'1,8% di quelle del settore dei trasporti ed allo 0,4% delle emissioni totali nazionali di gas serra. Dal 1990 al 2009, sono cresciute del 36% (ISPRA, 2011).

La determinazione del contributo delle emissioni al riscaldamento globale necessita prioritariamente della definizione di alcuni concetti-chiave usati di frequente in climatologia, come quelli di RF (*Radiative Forcing*), GWP (*Global Warming Potential*) e (AIC, *Aircraft Induced Cirrus*).

Effetto serra e contrails

Sulla base di una stima dell'IPCC, confermata anche da una serie di studi paralleli (Macintosh et al., 2009), l'RF dell'aviazione sarebbe di circa 50 mWm^{-2}, equivalente a circa il 3,5% di quello totale risultante da tutte le attività umane, con previsioni di crescita fino al 5% entro il 2050 (IPCC, 1999; Sausen et al., 2005).

Secondo alcuni autori, tale dato sarebbe già pari al 4,9% (78 mWm^{-2}) dell'RF antropogenico se si considera anche l'effetto combinato dei cirri indotti dalle scie degli aerei (AIC) (Lee et al., 2009). Le valutazioni dell'ICAO fissano tale valore al 3% (UN, 2007).

Molte e discordanti sono le stime degli effetti sul clima delle emissioni globali di gas serra da parte del trasporto aereo. In parte, ciò è dovuto ad una serie di ragioni: oltre alla, come visto sopra, difficile ed univoca determinazione del potenziale RF di ciascun gas serra, anche l'articolata, e spesso molto soggettiva, quantificazione degli effetti combinati e cumulati dei vari gas serra, specie nell'alta atmosfera (v. LOSU). Questo fa sì che secondo alcune fonti (Sausen et al., 2005), l'impatto climatico complessivo dell'aviazione è da 2 a 5 volte superiore a quello della sola CO_2.

A queste complessità si aggiunge il fatto che, in quota, alcune emissioni degli aeromobili presentano un RF positivo ed uno negativo insieme. Il forcing radiativo complessivo degli aerei è stato calcolato essere di 48 mWm^{-2} nel 2000 (sulla base dell'ultimo studio compiuto) (Sausen et al., 2005), tenendo conto che per la CO_2 è pari a 25 mWm^{-2}, per l'O_3 è 22, per il CH_4 è -10, per l'H_2O è 2 (ma per le *contrails* e i cirri è, rispettivamente, +10 e +30, comunque non considerati in questo calcolo, dato il basso LOSU dei loro effetti), per gli SO_x è -3,5 e per il *soot* è 2,5 (Macintosh et al., 2008).

Gli NO_x possono innescare la catalizzazione e conseguente incremento della concentrazione di ozono, che, come è noto, è un potente gas serra, in alta quota, e uno dei maggiori responsabili dello smog fotochimico negli strati bassi dell'atmosfera. Tuttavia, essendo l'emivita dell'O_3 molto breve ed essendo la sua formazione confinata su scala locale, i suoi effetti sono abbastanza limitati (Dahlmann et al., 2011). D'altronde, gli stessi ossidi di azoto presentano anche un RF negativo, andando a distruggere, per via indiretta, le molecole di metano, altro potente gas serra, presente nella tropopausa. Tuttavia, pare che il loro effetto, nel complesso e specie su scala locale – e di più nell'emisfero nord rispetto a quello sud –, determini una NI positiva, a causa del riscaldamento dovuto all'O_3 (Lee et al., 2010). Altro metano, logicamente, viene aspirato dalle turbine insieme all'aria comburente e quindi la sua concentrazione diminuisce. Gli SO_2 presentano, come abbiamo visto, un RF negativo, ma, come sappiamo, sono irritanti per le vie aeree e contribuiscono alla formazione delle piogge acide.

Secondo l'IPCC, i livelli di ozono risultano essere di circa il 6% più alti nei corridoi di volo, soggetti a emissioni di NO_x da aerei supersonici, rispetto ai valori normali, mentre la riduzione di metano si attestava, nel 1992, sul 2% in modo uniforme sull'intero globo (IPCC, 1999).

I gas di scarico e il vapore acqueo rilasciato dagli aerei in volo, insieme a quello presente nell'ambiente, in determinate condizioni atmosferiche (altitudine 8,2-19 km, temperatura ≤ –40 °C e umidità relativa prossima al limite di saturazione), sono i principali responsabili della formazione e permanenza (secondo il principio di Schmidt-Appleman) delle cosiddette "scie di condensazione" o *contrails* (da *condensation trails*), impropriamente conosciute anche come "scie chimiche" (Schumann, 2005).

Negli ultimi anni, tali fenomeni sono aumentati notevolmente, per una serie di concause: innanzitutto per la crescita vertiginosa del traffico aereo commerciale, come visto poc'anzi; poi, anche per la consuetudine, allo scopo di ottimizzare l'efficienza di volo degli aerei, di utilizzare corridoi ad elevate altitudini caratterizzate da *temperature critiche* (Tc) molto basse che favoriscono la formazione dei contrails, secondo la formula di Schumann (Haglind, 2008.).

L'altitudine è una variabile importante anche per assorbire gli incrementi di traffico aereo. Ciò si è reso, finora, possibile grazie alla maggiore disponibilità di corridoi di volo sicuri, a partire dal 1997, nell'intervallo altimetrico tra FL290 (29.000 piedi, ~8.900 m) e FL410 (41.000 piedi, ~12.500 m), passando da 2000 a 1000 piedi (~300 m), come da raccomandazioni ICAO (2000), sulla base di una maggiore efficienza ed affidabilità degli strumenti di volo (*Minimum Aircraft System Performance Specification*, MASPS) (ICAO, 2011), come ad esempio, degli altimetri a capsula aneroide e gli ADC (*Air Data Computer*), che hanno permesso l'utilizzo dello spazio aereo (AS) nella zona, cosiddetta, RVSM (*Reduced Vertical Separation Minima*) (Williams et al., 2002).

Secondo alcuni studi, le contrails hanno un comportamento ambivalente sul clima terrestre: riscaldante la notte e refrigerante di giorno, seppur con una lieve prevalenza del primo, come appurato in occasione del

blocco del traffico aereo sugli USA nei due giorni seguenti all'11.9.2001. E ciò a seconda del luogo, dell'ora, dell'angolo di incidenza della radiazione solare, delle loro particolari proprietà ottiche, ecc. D'altronde, come abbiamo visto, anche gli ossidi d'azoto presentano questa doppia caratteristica, anche se con una leggera preponderanza dell'effetto raffreddante.
Anche se la prima documentazione di tale fenomeno risale al 1941, ad opera di E. Schmidt (1941), la descrizione scientifica delle condizioni fisico-chimiche di formazione delle contrails la si deve a H. Applemann, nel 1953 (Appleman et al., 1953).
Quando, nell'alta troposfera, la temperatura circostante è inferiore ai 38 °C, in presenza di forti correnti laterali (*wind shear*) o di elevate turbolenze (*vortex trail*), le scie si dilatano notevolmente e danno origine a delle sottili nuvole (AIC) formate da minutissimi cristalli di ghiaccio, molto simili, per conformazione e caratteristiche, ai *cirri* naturali, ai quali, infatti, vengono assimilate (Ponatera et al., 2006). Anche le emissioni di fuliggine (*soot*) e di solfati da parte degli aeromobili potrebbero potenzialmente accentuare questo fenomeno (Mannstein et al., 2005). A quanto pare, questi cirri hanno un effetto riscaldante sul Pianeta molto accentuato, schermando considerevolmente la fuoriuscita nello spazio dei raggi infrarossi, con un effetto serra dieci volte maggiore di quello dell'anidride carbonica (Williams et al., 2006). Il loro tempo di persistenza è in funzione della percentuale di umidità dell'aria: se è inferiore ad un certo valore, esse evaporano; se l'aria circostante è supersatura, catalizzano la deposizione di ulteriori cristalli di ghiaccio, che successivamente cadono al suolo, secondo il ben noto processo Bergeron-Findeisen (Mertes et al., 2001).

Possibili soluzioni

Innovazioni tecniche
Un efficace contenimento delle emissioni potrebbe essere conseguito per mezzo di più elevati livelli di efficienza motoristica nell'utilizzo del tradizionale kerosene: riducendo ed ottimizzando i consumi specifici per unità di spinta; favorendo ed incentivando l'introduzione di carburanti *carbon-neutral* in aggiunta, come miscele *drop-in*, a quelli di origine fossile (ICAO, 2010).
Per i prossimi anni, comunque, sembra che nessun altro carburante possa totalmente sostituire l'attuale kerosene: i tradizionali Jet A e Jet A-1 (così come codificati dalla ASTM D1655), per l'aviazione civile internazionale, ed il JP-8 per quella militare. Tuttavia, numerose e molto incoraggianti sono le sperimentazioni in atto (IATA, 2010). Si è pensato, ad esempio, di miscelare il Jet A-1 con alcuni altri tipi di kerosene derivanti dal carbone o dal metano (jet-fuel *sintetici*), onde utilizzare anche queste fonti energetiche fossili alternative rispetto alla tradizionale fonte petrolifera (Marsch, 2008). Tuttavia, in termini di impatto ambientale poco cambia; se non, forse, per il *synfuel* da metano, caratterizzato da un elevato rapporto H/C tale da permettere un più basso livello di emissioni di anidride carbonica, ma nel contempo un più alto livello di vapore acqueo e, conseguentemente, di RF, con tutto quello che ciò potrebbe provocare in termini di effetto serra (da *contrails*, cirri, ecc.) (Takeshita et al., 2008).
Una possibile soluzione ai problemi ambientali potrebbe derivare dalla messa a punto di prodotti combustibili di origine vegetale utilizzabili in miscele, fino al 50%, con il tradizionale kerosene. Un esempio è dato dal Bio-SPK che in miscela col Jet A-1 darebbe origine ad un combustibile idoneo ad essere utilizzato nei turboreattori (Blakey et al., 2011).
In questo modo, il carbonio immagazzinato nei vegetali con la fotosintesi sarebbe restituito all'atmosfera dopo il processo di combustione, con un bilancio sostanzialmente in pareggio. Tuttavia, un'eventuale maggiore produzione di protossido di azoto, a più elevato GWP potrebbe compensare il mancato effetto serra delle emissioni di CO_2 evitate.
I biocarburanti di seconda o di nuova generazione (da alghe, jatropa, camelina, babassu, cocco, ecc.) potrebbero essere una soluzione accettabile, oltre che sotto il profilo ambientale (con risparmi in termini di emissioni di CO_2 pari all'80%) (IATA, 2010), anche come efficace svincolo dal dilemma che attualmente vede contrapposte le colture energetiche a quelle alimentari ed alle, altrettanto legittime, di salvaguardia delle foreste.
Già da subito, per esempio, con un dispendio minimo di risorse economiche per adeguamenti tecnici, alcuni tipi di biodiesel potrebbero essere impiegati in aggiunta (fino al 6%) al jet fuel di origine fossile, permettendo una riduzione della CO_2, entro il 2020, pari al 5% (IATA, 2011).
Questi nuovi carburanti di sintesi (come l'SPK, *Synthetic Paraffinic Kerosene*), siano essi di origine vegetale (da biomasse, oli e grassi) che fossile (carbone o gas) sono ottenuti mediante sistemi di gassificazione e liquefazione basati sul processo FT (Fischer-Tropsch) (Kumabe et al., 2010) o HRJ (*Hydroprocessed Renewable Jet*) (Blakey et al., 2011). Per la loro certificazione qualitativa e di equivalenza al Jet A (usato

negli USA per i voli nazionali) o al Jet A-1, l'ASTM (*American Section of the International Association for Testing Materials*) ha messo a punto e codificato, l'1.9.2009, lo standard ASTM D7566 (*Aviation Turbine Fuel Containing Synthesized Hydrocarbons*). Tale norma, insieme a quella emessa dal Ministero della Difesa britannico, il Def-Stan 91-91 (Ministry of Defence, 2008), sono state prese come punti di riferimento e validi banchi di prova dall'industria petrolifera e aeronautica (in Europa, Air France-KLM, Lufthansa, Virgin Atlantic e British Airways sono state quelle pioniere) per testare una lunga serie di carburanti sperimentali (GreenAir, 2011).
Se, dal punto di vista tecnico, la messa a punto di nuovi carburanti eco-compatibili sembra oramai ad un passo, molto resta invece da verificare dal punto di vista distributivo ed economico. Occorre, infatti, che sia assicurata la loro disponibilità lungo tutta la catena logistica di approvvigionamento e che il prezzo "alla pompa" sia ovviamente stabile e competitivo rispetto a quello dell'attuale Jet A-1.
Nell'ottica delle riduzione generalizzata dei consumi specifici dei turboreattori per unità di spinta (*Thrust Specific Fuel Consumption*, TSFC), e conseguentemente delle emissioni, potrebbe risultare opportuno l'impiego di una vasta serie di soluzioni tecnico-strutturali, incentrate principalmente sul miglioramento dell'efficienza aerodinamica e sulla riduzione del peso.
Le varie innovazioni possibili possono essere sia radicali e costose e di fattibilità di medio-lungo termine – come la costruzione di nuovi modelli di aeroplani (es. *Blended wing body* al posto della classica forma a tubo, *Oblique flying wing*, ecc.) (Hansen et al., 2008) e l'impiego di materiali compositi ultraleggeri (*Carbon Fiber Reinforced Plastics*, CFRP, al posto dell'alluminio) – che più semplici e a buon mercato (fattibilità nel breve-medio periodo), come l'applicazione di alette di estremità alle ali (*winglets*) e di dispositivi capaci di ridurre la resistenza (*drag reduction*), le turbolenze negative (*laminar flow*) e di ottimizzare la combustione (Sehra et al., 2004), come da più parti proposto già da qualche anno.
Anche l'uso di pannelli fotoelettrici e di celle a combustibile (*fuel cell systems*) per alimentare i dispositivi elettrici di bordo può configurarsi come un'ottima soluzione in un'ottica immediata di contenimento energetico.
L'ultima generazione di motori CFM (una joint-venture tra la statunitense General Electric e la francese Snecma), in particolare quelli CFM 56-5B6/3 e CFM 56-7BE, consentiranno, a quanto pare, di conseguire apprezzabili risparmi di carburante e di abbattere sensibilmente le emissioni sia di CO_2 che di NO_x, contenendole molto al di sotto degli standard ICAO fissati dal *Comitato per la Protezione Ambientale dell'Aviazione* nel CAEP/6, attualmente in vigore, e nel CAEP/8 del 2010, che entrerà in vigore dal 2014 (ICAO, 2010). Air One è la prima compagnia aera a dotare dei nuovi motori "ecologici" CFM56-5B6/3 i propri Airbus, i quali, in numero di 90, entreranno in flotta entro il 2012 (Scambelluri, 2011).
Altri tipi di motore, su cui si sta sperimentando ed investendo molto, sono quelli basati sulla tecnologia *open rotor engine*, in cui le pale del rotore sono esterne rispetto alla navicella che racchiude la turbina, e il *counter-rotating fan engine*, caratterizzato da due file di pale esterne controrotanti (Szodruch et al. 2011).
Ulteriori riduzioni dei consumi di carburante potrebbero derivare da "piccoli" accorgimenti tecnici, come, ad esempio, l'applicazione di un cambio di velocità alle ventole delle turbine (*geared turbofan*) (Gohardani et al., 2010).
Tali accorgimenti, uniti a quelli perseguibili in campo motoristico, potrebbero già fin d'ora permettere notevoli risparmi di carburante e di emissioni dannose. Alcune ricerche, in particolare, hanno rilevato che, nel periodo 1959-1995, il 57% delle riduzioni di intensità energetica in aviazione è stato ottenuto tramite miglioramenti motoristici, il 22% da ottimizzazioni aerodinamiche, il 17% da un più efficiente uso delle capacità di carico ed il restante 4% da altre modifiche, come un incremento della dimensione degli aeromobili (Lee, 2010).
A tal proposito, c'è anche da dire che i notevoli investimenti richiesti in termini di R&S hanno già fin d'ora essenzialmente ridotto a due i soggetti produttori di aeromobili a lungo raggio (Boeing e Airbus) e sostanzialmente a tre quelli costruttori di motori (General Electric, Rolls Royce e Pratt&Whitney).

Emission Trading Scheme

In attesa di introdurre una equilibrata tassazione sui consumi di carburante da parte dei vettori aerei e per tutti i voli europei (nazionali e intracomunitari), un possibile strumento di mitigazione delle emissioni potrebbe essere quello basato sul sistema di scambio delle quote di emissioni dei gas ad effetto serra (EU-ETS, *Emission Trading Scheme*, istituito con la Direttiva n. 2003/87/CE) tra le varie imprese esercenti il traffico aereo (Scheelhaase et al., 2010). Il principio di funzionamento, semplice e consolidato, è quello solito del *cap and trade*, codificato a livello internazionale: nel caso specifico, se una determinata compagnia aerea si trovasse a possedere un quantitativo di quote o *Unità di emissione* (EUA, *European Allowance Unit* o AAU, *Assigned Amount Units*, secondo il corrispondente sistema internazionale fissato dal Protocollo di Kyoto)

inferiore alle emissioni dichiarate, sarà obbligata – pena sanzioni per ogni t di CO_2 emessa – ad acquistare quote sul mercato; nel caso, invece, possedesse un numero di EUA maggiore rispetto alle emissioni potrà venderle o tenerle per gli anni successivi.
Dal primo gennaio 2012, il Parlamento europeo, con l'approvazione della Direttiva 2008/101/CE (recepita dall'ordinamento nazionale con D.Lgs. n. 257/2010), ha deciso, tra mille polemiche e proteste da parte soprattutto delle associazioni di categoria, di avviare il regime di mercato dello scambio delle quote di emissione anche per il trasporto aereo. Già da quest'anno, tutti gli operatori del trasporto aereo, che partiranno o faranno scalo sul territorio comunitario (circa 4000 vettori), sono soggetti alle attività di verifica (ma non alla restituzione delle quote, perché non ancora assegnate) riguardanti le emissioni di CO_2 e i dati relativi alle t/km. Dal prossimo anno, si assegneranno loro, in percentuale, le relative quote sulla base del valore storico di 219 Mt (livello di *emission cap*), media aritmetica delle emissioni degli anni 2004, 2005 e 2006 (e non rispetto al 1990, come per gli altri settori), così come calcolate utilizzando le informazioni contenute nelle banche-dati di Eurocontrol, CRCO (*Ufficio Centrale dei Canoni di Rotta*) e CFMU (*Unità Centrale di Gestione dei Flussi di Traffico Aereo*).
Le riduzioni previste saranno pari, per il primo anno (2012), al 3% del valore medio di cui sopra, per poi passare al 5% nel 2013 rispetto al periodo 2004-2006. Già fin d'ora, comunque, non mancano gli scetticismi, considerando, in particolare, il prezzo poco significativo che è stato, a suo tempo, fissato per i quantitativi di CO_2 emessa (3,8 cent €/t), tale da non essere incentivante verso l'innovazione e quindi da non mutare considerevolmente l'attuale situazione (EFTE, 2011).
L'85% dei permessi sarà assegnato gratuitamente, mentre la restante parte di tali *allowances* verrà allocato tramite asta, i cui proventi dovrebbero essere finalizzati a sostenere e finanziare investimenti e ricerche atte a migliorare le prestazioni ambientali degli aerei o per favorire modalità di trasporto a più contenuto impatto ambientale. Tuttavia, riguardo alla destinazione ultima di tali ricavi, si rimette il tutto alla volontà discrezionale dei singoli Stati. Dallo schema restano esclusi solo i voli di natura umanitaria, di sicurezza (antincendio e militari), gli aerei leggeri sotto le 5,7 t e le piccolissime compagnie aeree con bassi livelli di emissioni (Cruciani et al., 2009).

Conclusioni

Nella mutata ottica di una ridefinizione dei cicli produttivi tenendo conto della variabile ambientale, raramente, fino a pochi anni fa, si pensava ad aerei e navi come fonti inquinanti, nonostante che le emissioni dei restanti mezzi di trasporto fossero state più volte oggetto di analisi e ridefinizione normativa in tal senso. Il trasporto aereo, invece, per le sue peculiarità di esercizio (si svolge in alta quota) e a causa dell'effetto moltiplicatore del *forcing radiativo* (per il quale, come abbiamo visto, occorre tener conto, oltre che della CO_2, anche dell'effetto combinato tra essa, ozono, vapore acqueo, contrails, cirri, ecc.), presenta un considerevole impatto sull'ambiente, in special modo sul clima. Infatti, la tropopausa, fascia dell'atmosfera in cui esso si svolge, è sede di importanti fenomeni meteorologici ed è caratterizzata da delicati equilibri chimico-fisici tra le molecole delle sostanze ivi presenti.
L'attuale situazione di *deregulation de facto* dell'intero settore si è mantenuta immutata per un lungo periodo di tempo. Basti pensare che solo dal 2012 prenderà il via, pur tra mille polemiche, l'applicazione del sistema europeo delle *Emission Trading* anche a tale tipologia di trasporto. Inoltre, ad una ricca ed articolata rete di scali – solo sulla nostra Penisola, si contano più di cento aeroporti, con tutti i problemi immaginabili di inquinamento a livello del suolo sia in fase di decollo che di atterraggio –, si aggiunge il fatto che i carburanti avio godono, in quasi tutta Europa (Norvegia, Paesi bassi e Svizzera esclusi), di esenzione fiscale (in virtù dell'articolo 8 della Direttiva 92/81/CEE, eccetto l'aviazione privata da diporto) e che il prezzo dei biglietti aerei non è gravato da imposte sul valore aggiunto (T&E, 2006). Si rende necessario, quindi, ridefinire *ex novo* l'insieme delle strategie politiche attuate finora.

Bibliografia

Appleman H.S., The Formation of Exhaust Condensation Trails by Jet Aircraft, Bulletin American Meteorological Society, (34):14-20, 1953.
ASTM D1655 - 10 Standard Specification for Aviation Turbine Fuels, Active Standard ASTM D1655 Developed by Subcommittee: D02.J0.01 |Book of Standards Volume: 05.01. http://www.astm.org/Standards/D1655.htm. Accesso del 22.4.2011.
ASTM D7566 - 10a Standard Specification for Aviation Turbine Fuel Containing Synthesized Hydrocarbons. Developed by Subcommittee: D02.J0.01 http://www.astm.org/Standards/D7566.htm. Accesso del 5.5.2011.
Blakey S., Rye L., Wilson C.W., "Aviation gas turbine alternative fuels: A review", Proceedings of the Combustion Institute, 33(2): 2863-2885, 2011.

Blakey S., Rye L., Wilson C.W., "Aviation gas turbine alternative fuels: A review", Proceedings of the Combustion Institute, 33(2): 2863-2885, 2011.
Bows A., Anderson K., "A bottom-up analysis of including aviation within the EU's Emissions Trading Scheme", in Tyndall Centre Working Paper n. 126, 2008.
British Government, Stern N., "Stern Review on the Economics of Climate Change", 30 October 2006, http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+/http://www.hm-treasury.gov.uk/stern_review_report.htm. Accesso del 27.4.2011.
Commissione delle Comunità europee, "Ridurre l'impatto del trasporto aereo sui cambiamenti climatici", Comunicazione della Commissione al Consiglio, al Parlamento europeo, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni, COM (2005) 459 definitivo, Bruxelles, 27.9.2005. September 2005.
Cruciani C., Favero A., "Emission Trading in Europa e negli Stati Uniti", Fondazione Eni Enrico Mattei, Report per il Progetto di Cooperazione Italia□USA su Scienza e Tecnologia dei cambiamenti climatici (2006□2008), Task 4.3, gennaio 2009.
Dahlmann K., Grewe V., Ponater M., Matthes S., "Quantifying the contributions of individual NO_x sources to the trend in ozone radiative forcing", Atmospheric Environment, (45):2860-2868, 2011.
DATEC (Dipartimento Federale dell'Ambiente, dei Trasporti, dell'Energia e delle Comunicazioni) e UFAC (Ufficio Federale dell'Aviazione Civile) della Confederazione Svizzera, "L'effetto del traffico aereo sul clima", 3/2009, da http://www.bazl.admin.ch/themen/umwelt/02451/02488/index.html. Accesso del 20.4.2011.
Decreto legislativo n. 257/2010, Attuazione della direttiva 2008/101/CE che modifica la direttiva 2003/87/CE al fine di includere le attività di trasporto aereo nel sistema comunitario di scambio delle quote di emissioni dei gas. GU n. 28 del 4.2.2010.
Direttiva 2003/87/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 13 ottobre 2003 che istituisce un sistema per lo scambio di quote di emissioni dei gas a effetto serra nella Comunità e che modifica la direttiva 96/61/CE del Consiglio. GUCE n. L275 del 25.10.2003.
Direttiva 2008/101/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008 che modifica la direttiva 2003/87/CE al fine di includere le attività di trasporto aereo nel sistema comunitario di scambio delle quote di emissioni dei gas a effetto serra. GUUE L8 del 13.1.2009.
Direttiva 92/82/CEE del Consiglio, del 19 ottobre 1992, relativa al ravvicinamento delle aliquote di accisa sugli oli minerali Gazzetta ufficiale n. L316 del 31/10/1992.
Dorbian C.S., Wolfe P.J., Waitz I.A., "Estimating the climate and air quality benefits of aviation fuel and emissions reductions", Atmospheric Environment, 45(16):2750-2759, May 2011.
EEA (European Environment Agency), "Annual European Community greenhouse gas inventory 1990-2005 and inventory report 2007", Submission to the UNFCCC Secretariat, European Environment Agency, Copenhagen, June 2007.
EFTE (European Federation for Transport and Environment), "Including Aviation in the EU's Emissions Trading Scheme (EU-ETS)", Briefing Report, June 2008, www.transportenvironment.org/Publications/prep_hand_out/lid:480. Accesso del 5.5.2011.
ENAC (Ente Nazionale per l'Aviazione Civile), Direzione Sviluppo Aeroporti, "Dati di traffico 2010", I Parte, http://www.enac.gov.it/La_Comunicazione/Pubblicazioni/info1014822582.html. Accesso del 22.4.2011.
Gohardani A.S., Doulgeris G., Singh R., "Challenges of future aircraft propulsion: A review of distributed propulsion technology and its potential application for the all electric commercial aircraft", Progress in Aerospace Sciences, In Press, Corrected Proof. Doi:10.1016/j.paerosci.2010.09.001. Available online 13 October 2010.
GreenAir-Independent Reporting on Aviation and the Environment, "Archived news from the web", http://www.greenaironline.com/news.php?NewsSectionId=43. Accesso del 12.5.2011.
GreenAir-Independent Reporting on Aviation and the Environment, "Kyoto v. Chicago: ICAO debates how to apply the principle of Common But Differentiated Responsibilities to aviation", http://www.greenaironline.com/news.php?viewStory=450. Accesso del 5.5.2011.
Haglind F., "Potential of lowering the contrail formation of aircraft exhausts by engine re-design", Aerospace Science and Technology, 12(6):490-497, September 2008.
Hansen L.U., Horst P., "Multilevel optimization in aircraft structural design evaluation", Computers & Structures, 86(1-2):104-118, January 2008.
IATA (International Air Transport Association), "Air transport market analysis", October 2010, da http://www.iata.org/economics. Accesso del 27.4.2011.
IATA (International Air Transport Association), "IATA 2010 Report on Alternative Fuels", 5th Edition, Ref. No: 9709-03 ISBN 978-92-9233-491-8, Montreal-Geneva, 2010.
IATA (International Air Transport Association),, A global approach to reducing aviation emissions, Switzerland, novembre 2009. http://www.iata.org/SiteCollection Documents/Documents/Global_Approach_Reducing_Emissions_251109web.pdf. Accesso del 15.4.2011.
ICAO (International Civil Aviation Organization), "10th Meeting of the Review of the General Concept of Separation Panel (RGCSP)", Montreal, 8-19 May 2000, Supplement n. 1, 2000.
ICAO (International Civil Aviation Organization), "Implementation and/or Coordination Informal Meetings", Fifth Workshop/Meeting of the SAM Implementation Group (SAM/IG/5)(RLA/06/901). (Lima, Peru, From 10-14 May 2010), http://www.lima.icao.int/MeetProg/mt_MeetingDocumentation.asp?wShortTitle=SAMIG5&wLanguage=E. Accesso del 12.5.2011.
ICAO (International Civil Aviation Organization), Committee on aviation environmental protection (CAEP), Eighth meeting, Montréal, 1-12 February 2010. Agenda Item 2: Review of technical proposals relating to aircraft engine emissions CAEP/8 NOX Stringency cost-benefit analysis demonstration using APMT-IMPACTS, CAEP/8-IP/30. 6.1.2010.
ICAO (International Civil Aviation Organization), Environmental Report, Chapter 5: Alternative Fuels, 2010.
ICAO (International Civil Aviation Organization), ns. elaborazioni su dati da "ICAO Traffic Statistics", da http://www.airlines.org/Economics/DataAnalysis/Pages/AnnualResultsWorldAirlines.aspx. Accesso del 2.5.2011.
ICAO (International Civil Aviation Organization), RVSM/RNAV/RNP TF/2 Meeting Report, Dakar, 19-21 November 2003. Http://www.icao.int/icao/en/ro/esaf/RVSM/TF2Report.pdf. Accesso del 10.5.2011.
IPCC (1999), "Aviation and the global atmosphere", Penner J.E., Lister D.H., Griggs D.J., Dokken D.J., McFarland M. (Eds.), Special Report prepared in collaboration with the Scientific Assessment Panel to the Montreal Protocol on substances that deplete the ozone layer, Cambridge University Press, UK, 1999.
ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione Ambientale), "Italian Greenhouse Gas Inventory 1990-2009", National Inventory Report 2011. Si veda anche: http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sinanet/sstoriche/visualizza. Accesso del 22.4.2011.

Kumabe K., Sato T., Matsumoto K., Ishida Y., Hasegawa T., "Production of hydrocarbons in Fischer–Tropsch synthesis with Fe-based catalyst: Investigations of primary kerosene yield and carbon mass balance", Fuel, (89):2088-2095, 2010.
Lee D.S., Fahey D.W., Forster P.M., Newton P.J., Wit R.N.C., Lim L.L., Owena B., Sausen R., "Aviation and global climate change in the 21st Century", Atmospheric Environment, (43):3520–3537, 2009.
Lee D.S., Pitari G., Grewe V., Gierens K., Penner J.E., Petzold A., Prather M.J., Schumann U., Bais A., Berntsen T., Iachetti D., Lim L.L., Sausen R., "Transport impacts on atmosphere and climate: Aviation", Atmospheric Environment, 44(37):4678-4734, December 2010.
Lee J.J., "Can we accelerate the improvement of energy efficiency in aircraft systems?", Energy Conversion and Management, 51(1):189-196, January 2010.
Macintosh A., Wallace L., "International aviation emissions to 2025: Can emissions be stabilized without restricting demand?", Energy Policy, (37):264-273, 2009.
Mannstein H., Spichtinger P., Gierens K., "A note on how to avoid contrail cirrus", Transportation Research Part D: Transport and Environment, 10(5):421-426, September 2005.
Marsh G., "Biofuels: aviation alternative?", Renewable Energy Focus, 9(4):48-51, July-August 2008.
Mertes S., Schwarzenböck A., Laj P., Wobrock W., Pichon J.M., Orsi G., Heintzenberg J., "Changes of cloud microphysical properties during the transition from supercooled to mixed-phase conditions during CIME", Atmospheric Research, 58(4): 267-294, September 2001.
Ministry of Defence, Standard 91-91, Issue 6 Publication Date 8 April 2008, "Turbine Fuel, Aviation Kerosine Type, Jet A-1 NATO Code: F-35, Joint Service Designation: AVTUR", Reprinted 25 August 2008.
Ponatera M., Pechtlb S., Sausena R., Schumanna U., Huttig G., "Potential of the cryoplane technology to reduce aircraft climate impact: A state-of-the-art assessment", Atmospheric Environment, (40):6928-6944, 2006.
Sausen R., Isaksen I, Grewe V., Hauglustaine D., Lee D.S., Myhre G., Kohler M.O., Pitari G., Schumann U., Stordal F., Zerefos C., "Aviation radiative forcing in 2000: An update on IPCC (1999)", Meteorologische Zeitschrift, 14(4):555-561, 2005.
Scambelluri M., "Accordo Air One - General Electric Aviation per nuovi motori Airbus A330-200", http://www.ilcorrieredellasicurezza.it/articolo.asp?idarticolo=accordo-air-one-general-electric-aviation-per-nuovi-motori-airbus-a330-200_777. Accesso del 4.5.2011.
Scheelhaase J., Grimme W., Schaefer M., "The inclusion of aviation into the EU emission trading scheme – Impacts on competition between European and non-European network airlines", Transportation Research Part D 15, 14–25, 2010.
Schmidt, E., "Die Entstehung von Eisnebeln aus den Auspuffgasen von Flugmotoren", Schriften der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung, Verlag R. Oldenbourg, Muenchen und Berlin, (44):1-15, 1941.
Schumann U., "Formation, properties and climatic effects of contrails", Comptes Rendus Physique, 6(4-5):549-565, May-June 2005.
Sehra A.K., Whitlow W., "Propulsion and power for 21st Century: aviation", Progress in Aerospace Sciences, 40(4-5):199-235,, May-July 2004.
Szodruch J., Grimme W., Blumrich F., Schmid R., "Next generation single-aisle aircraft. Requirements and technological solutions", Journal of Air Transport Management, 17(1):33-39, January 2011.
T&E (European Federation for Transport and Environment), "Clearing the Air. The Myth and Reality of Aviation and Climate Change", T&E 06/2, T&E/CAN-Europe publication, 2006.
Takeshita T., Yamaji K., "Important roles of Fischer–Tropsch synfuels in the global energy future", Energy Policy, 36(8):2773-2784, August 2008.
UN (United Nations), "Statement from the International Civil Aviation Organization (ICAO) to the Twenty-Seventh Session of the UNFCCC Subsidi-ary Body for Scientific and Technological Advice (SBSTA)", Bali, 3–11 December 2007.
Williams V., Noland R.B., "Comparing the CO_2 emissions and contrail formation from short and long haul air traffic routes from London Heathrow", Environmental Science & Policy, 9(5):487-495, August 2006.
Williams V., Noland R.B., Toum R., "Reducing the climate change impacts of aviation by restricting cruise altitudes", Transportation Research Part D: Transport and Environment, 7(6):451-46, November 2002.

Summary
AVIATION EMISSIONS AND POSSIBLE MITIGATION TOOLS

Until a few decades ago, aviation had a negligible impact on the environment of the planet and its climatic system as a whole. Recently, however, the considerable increase in air traffic – despite the short stops following the attacks of 11 September 2001, the war in Iraq and SARS –due to many reasons, first of all the boom of low cost flights, is changing radically, and in a very sudden way, the situation. From an environmental point of view, however, serious uncertainties looming on the near future, if the current trend of development of the sector should be maintained. Despite the indisputable technological advances, in fact, this type of mobility is not environmentally sustainable. We expect many good results, among many perplexities, from the application of European "Emission trading" system to this critical sector. In this note, we'll examine the main environmental problems related to the chemical emissions from this industry and the main solutions currently proposed.

ANALISI AMBIENTALE INIZIALE PER L'IMPLEMENTAZIONE DI UN SGA IN UN' INDUSTRIA DI PROFILATI DI ACCIAIO

GIUSEPPE MICALI[*], TERESA NICOLOSI[**], CHIARA FRENI TERRANOVA[*], FRANCESCO LANUZZA[*]
[*]Dipartimento di Studi e Ricerche Economico-Aziendali ed Ambientali, Università degli Studi di Messina, P.zza S. Pugliatti, 98122, Messina
e-mail: micali.giuseppe@unime.it, francesco.lanuzza@unime.it
[**]Dipartimento Ambiente, Provincia Regionale di Messina, Via S. Cecilia Is. 105 n. 43, 98100, Messina

Riassunto
In questo lavoro, sono riportati i risultati dell'analisi ambientale iniziale effettuata in uno stabilimento di laminazione di profilati di acciai, certificato UNI EN ISO 9001:2008 ed intenzionato ad implementare un sistema di gestione ambientale secondo la UNI EN ISO 14001:2004.
Lo studio approfondito del ciclo produttivo in tutte le sue articolazioni ha messo in evidenza che l'implementazione di un sistema di gestione ambientale non trova particolari ostacoli per quanto riguarda la gestione dei rifiuti, delle acque di processo, dell'energia, del forno di riscaldo ed della razionalizzazione dei trasporti Il tema che rimane aperto ed è di maggiore ostacolo all'implementazione del sistema di gestione ambientale è il problema tecnico correlato alla rumorosità degli impianti di alcuni reparti, che allo stato attuale non trova ancora soluzioni adeguate

Introduzione

Questo lavoro nasce da un rapporto di collaborazione con l'industria di laminazione Duferdofin-Nucor S.r.l. che produce profilati metallici nel Comune di Pace del Mela (ME).
Questa società adotta nei confronti degli importanti temi della qualità del prodotto e della salvaguardia ambientale, un atteggiamento pro-attivo. Infatti, ha già implementato, un sistema di gestione per la qualità UNI EN ISO 9001:2008 ed ha intenzione di implementare un sistema volontario di gestione ambientale (SGA) secondo la UNI EN ISO 9001:2004.
A questo proposito è nato il rapporto di collaborazione per ciò che concerne l'Analisi Ambientale Iniziale (AAI), prima fase di un SGA. L'AAI serve a capire i punti critici ambientali in ogni fase del ciclo produttivo e suggerire le modalità per ridurre i rischi connessi all'attività vera e propria.
A tale scopo è necessario effettuare uno studio accurato del ciclo produttivo, del diagramma di flusso dei materiali di input ed output e del layout dello stabilimento.

Descrizione dell'impianto

L'impresa è sita nel Nord-Est della Sicilia, nel Comune di Pace del Mela – Zona Industriale Giammoro (ME), ed occupa una superficie di circa 500.000 m^2 costeggiando il Mar Tirreno, su un fronte di 800 m. L'attività consiste nella laminazione, altamente automatizzata, di blumi di acciaio non legato, a caldo. La capacità produttiva è di circa 750.000 t/anno di travi e profilati destinati al mercato nazionale ed europeo.
I semiprodotti (blumi), giunti via nave al porto di Milazzo o di Messina, vengono trasportati in stabilimento, a mezzo di autoarticolati, o ancora via ferrovia. Il diagramma di flusso di *figura 1* riporta la rappresentazione schematica delle varie fasi del ciclo produttivo.
Il semiprodotto viene caricato freddo nel forno di riscaldo ad una temperatura di circa 1250°C, non oltre, per evitare che la lega ferro-carbonio diventi plastica e non fonda. L'attuale forno di riscaldo, entrato in esercizio nel settembre del 2007, è un walking-beam con infornamento frontale e sfornamento laterale tramite rulli interni al forno. Il forno è adatto sia al riscaldo di blumi che di beam blancks; la produttività oraria del forno è pari a 125 tonnellate. Il treno di laminazione, invece, si compone di 7 gabbie con specifiche funzioni e tutte sono gestite da calcolatori di processo che automatizzano le fasi di lavoro.
Le prime due gabbie sono sbozzatrici reversibili munite di cilindri con più gole sagomate, il cilindro superiore ha la possibilità di regolazione in verticale per variare quando serve l'altezza del calibro. Entrambe

le gabbie sono munite di guide e ribaltatori per imboccare il calibro previsto; qui, il semiprodotto subisce le prime deformazioni passando da una sezione quadrata o rettangolare ad una sezione a forma di I o H a seconda del profilo; segue una segatrice a lama circolare in grado di tagliare le estremità del pezzo per facilitarne l'ingresso nella macchina successiva detta Tandem.

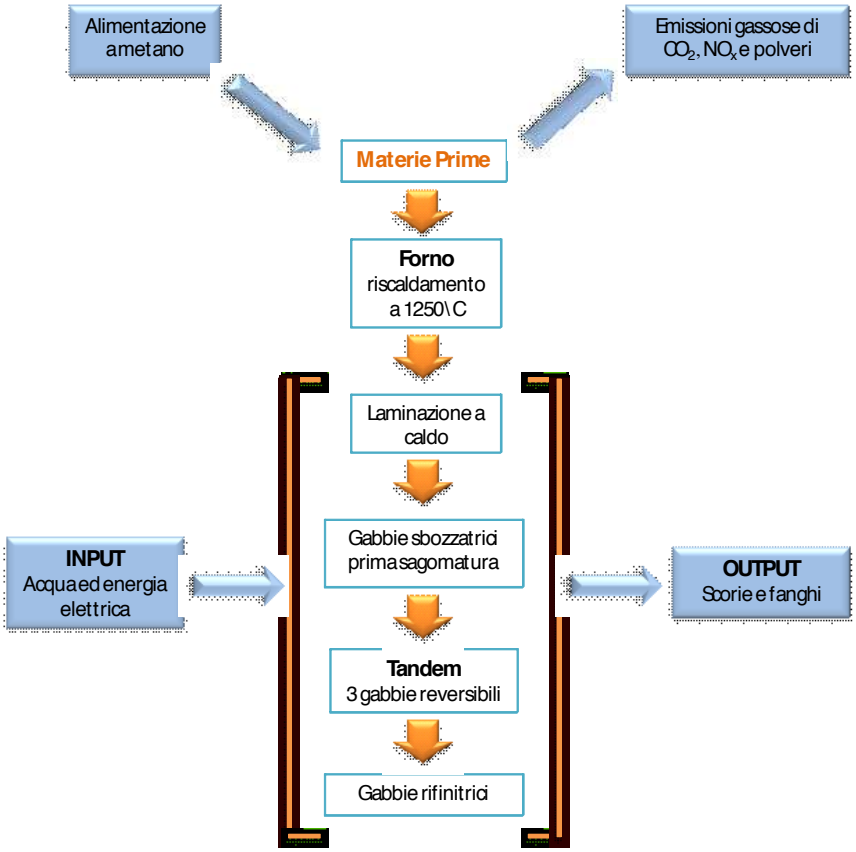


Fig 1: rappresentazione schematica del ciclo produttivo

Il Tandem si compone di tre gabbie reversibili che costituiscono il cuore dell'impianto di laminazione. Le due gabbie universali che si trovano all'estremità danno al laminato la forma desiderata mentre, la gabbia regolatrice posta tra le due precedenti determina l'altezza delle ali; proseguendo, si giunge alle ultime due gabbie la prima delle quali è un'altra regolatrice, la seconda una finitrice universale analoga alle precedenti.
La zona a caldo termina con la placca di raffreddamento alla fine della quale è posta un'altra segatrice per il prelievo di campioni, per i controlli di routine. La trave, ormai formata, viene inviata all'impianto di raddrizzo, per eliminare le nervature che si sono formate durante il processo, ed ottenere, così, la corretta linearità. All'impianto di raddrizzo seguono due segatrici aventi la funzione di tagliare le travi in misure comprese tra gli 8 ed i 24 m. A questo punto, la trave è pronta e può essere imballata e caricata per la consegna.
Lungo tutta la linea sono attivi due circuiti idraulici; il primo provvede ad evitare il surriscaldamento delle macchine operatrici, il secondo fa scorrere, in un canale che corre lungo la linea di lavorazione, una corrente d'acqua che allontana dalla linea le scaglie di laminazione. L'acqua in uscita dall'impianto viene trattata adeguatamente in modo che possa essere rimessa in circolo.

Risultati e discussione
Dall'analisi del layout dell'impianto (vedi *figura 2*) si rilevano i punti di possibile impatto ambientale. Essi sono:

- Forno di riscaldo
- Energia
- Acque di processo
- Rifiuti
- Emissioni sonore

- Trasporti

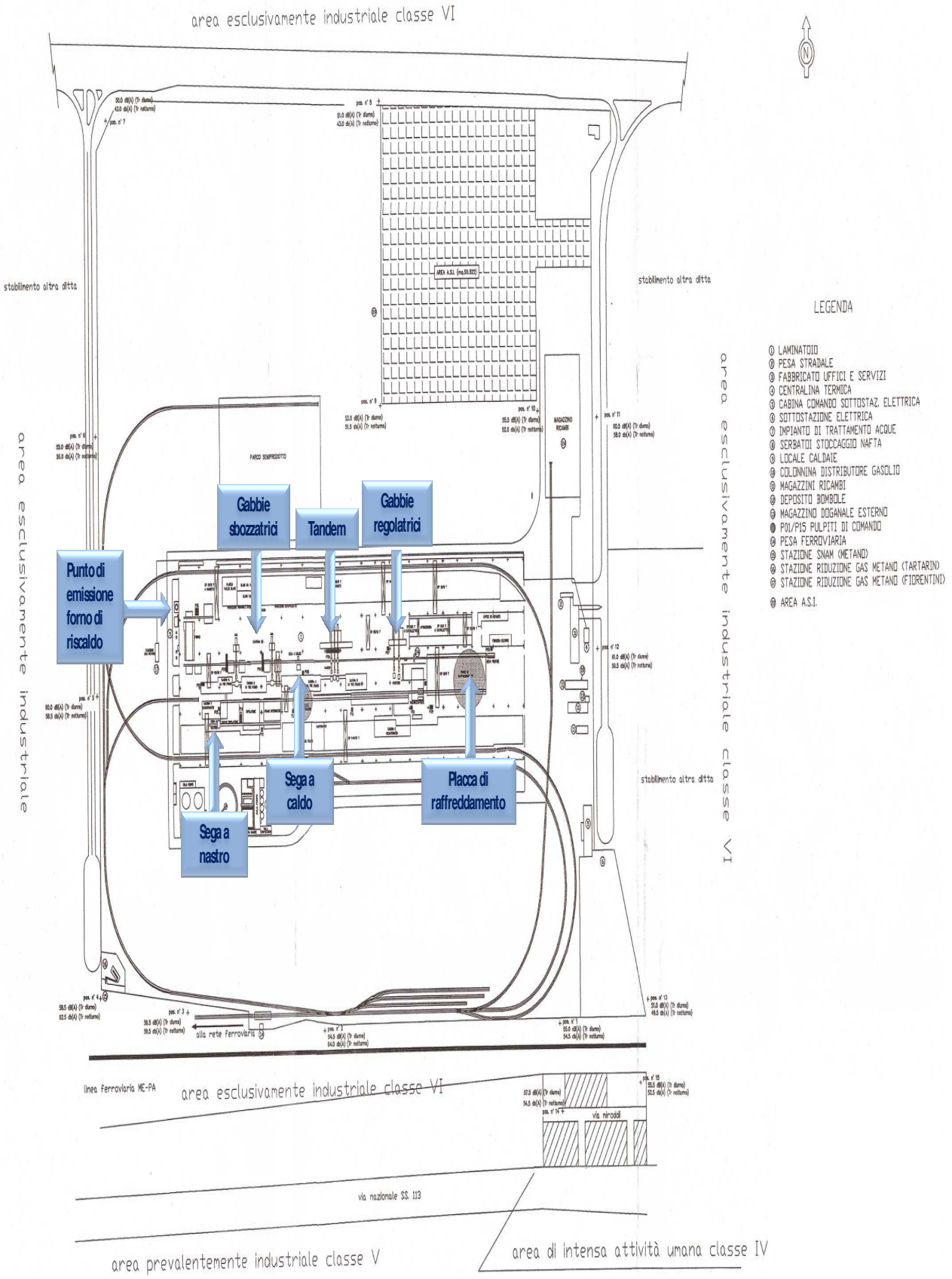


Fig 2- Rappresentazione del layout dello stabilimento

Forno di riscaldo: è alimentato a metano e durante la combustione vengono emessi in atmosfera CO_2 e NO_x. Le misure effettuate danno concentrazioni di inquinanti nei limiti previsti dai decreti di autorizzazione (D.A. 544/92 del 27/04/1992, rilasciato dall'ARTA SICILIA). Il rispetto di tali limiti, è evidenziato inoltre, nel corso degli anni, dai risultati trasmessi dalla Ditta agli Enti Competenti (Dipartimento delle Politiche Energetiche e Ambientali, Provincia Regionale Messina; Dipartimento A.R.P.A. Messina) durante gli autocontrolli effettuati semestralmente. Nella *tabella 1*, di seguito riportata, sono indicati i valori misurati in fase di autocontrollo, corretti al 3% di ossigeno. Riguardo le polveri e l'SO_2, i limiti si considerano rispettati in quanto nell'impianto viene utilizzato come combustibile il gas naturale.

Tab. 1: Rilievi di emissioni in NO_x al camino effettuati dalla Ditta

		E1 - Forno riscaldo blumi					E1- Forno riscaldo blumi					
		2005		2006			2008		2009		2010	
		28/06/05	12/12/05	26/06/06	12/12/06		12/03/08	22/10/08	23/04/09	21/10/09	23/04/10	28/10/10
NOx valore corretto	mg/mc	104	77	114	166		200	243	160	286	154	235
Flusso di massa	Kg/h	0,888	1,215	4,024	2,756		10,755	13,486	0,084	15,609	8,724	13,874

La Ditta, anche nella prospettiva di adottare un SGA, ha sostituito il precedente forno di riscaldo con l'attuale, tecnologicamente più aggiornato, oltre che energeticamente più efficiente. In particolare l'attuale forno garantisce le seguenti caratteristiche:

- ottimizzazione delle prestazioni di riscaldo dei blumi;
- minore ossidazione superficiale dei prodotti in riscaldo con conseguente diminuzione di produzione delle scaglie di riscaldamento;
- migliore omogeneità di riscaldamento dei pezzi;
- contenimento delle dimensioni del forno e quindi tempo di permanenza in esso dei blumi;
- contenimento dei consumi di energia elettrica per l'esercizio del sistema di ventilazione per l'espulsione dei fumi;
- recupero di energia dai fumi esausti per il preriscaldo dell'aria di combustione e dei pezzi da trattare;

Energia: il combustibile usato per alimentare il forno non causa, come già detto, problemi di emissioni in atmosfera. L'altra forma di energia impiegata è l'energia elettrica utilizzata per muovere le macchine operatrici, i nastri, i ponti di trasporto dei semilavorati e tutti gli impianti ausiliari ed i servizi connessi; è acquistata dal fornitore ed è consumata in ragione di circa 100 KWh/TEP. Tale consumo è strettamente correlato al tipo di macchine in dotazione allo stabilimento.

Acque di processo: bisogna distinguere due i circuiti idraulici, uno serve per raffreddare le macchine operatrici e l'altro per pulire, durante la lavorazione, le travi dalle scaglie di laminazione e dalle scorie più fini. In quest'ultimo circuito, l'acqua piove sulle macchine sbozzatrici e sul tandem, cade in un canale con una lieve pendenza e da esso vengono convogliate al trattamento insieme alle acque provenienti dal circuito di raffreddamento. Dopo il trattamento, esse sono riciclate ma, a causa delle perdite per evaporazione, vi è bisogno di un reintegro di circa 60 m^3 di acqua pulita al giorno. È stata consigliata la costruzione in linea di una vasca di approvvigionamento d'acqua che faccia da compensazione; così il ciclo diverrà più efficiente.

I rifiuti: i rifiuti generati sono di due tipologie:

1. scarti prodotti durante la lavorazione della materia prima di laminazione (scaglie metalliche).
2. rifiuti di materiali accessori e di consumo.

I rifiuti generati dalla lavorazione della materia prima sono rifiuti speciali costituiti da scaglie e fanghi di laminazione. I rifiuti provenienti da materiali di consumo sono costituiti da oli, batterie, da stracci e polveri assorbenti. Proprio questi ultimi, utilizzati per la manutenzione e per il montaggio dalle attrezzature di laminazione, costituisco l'unico rifiuto non recuperabile e quindi destinato in discarica. Invece, le scaglie metalliche vengono recuperate e vendute per la produzione di cementi ferrici o contrappesi per lavatrici e centrifughe. Gli oli e le emulsioni oleose vengono, invece, raccolti in opportuni fusti ed inviati al trattamento e recupero di materie prime secondarie da rifiuti speciali.

Emissioni sonore: la Ditta, in conformità alla normativa di riferimento del settore (D.Lgs 152/06 del 3/4/06 e ss. mm. ii.), ha proceduto all'analisi del rischio di inquinamento acustico, per analizzare ed individuare l'eventuale disturbo a terzi. Questa valutazione è stata fatta sia per le zone limitrofe al sito industriale, sia per

gli ambienti di lavoro. Lo stabilimento confina su tutto il perimetro con aree, classificate dal Piano di Zonizzazione Acustica del Comune, "*aree esclusivamente industriali, classe* VI", con centinaia di zone di classe V "*area prevalentemente industriale*" e con una zona di classe IV "*area di intensa attività umana*" *(*vedi *figura 2)*. Tutte queste aree, secondo la loro posizione, hanno valori limite di immissione differenti, rispetto all'area su cui sorge l'Azienda in esame. Nella *tabella 2* sono riportati i rilievi acustici rilevati in una zona ad alta densità abitativa che si trova ad una distanza di circa 300 metri dall'impianto.

Tab. 2: Rilievi effettuati in area con classe di destinazione IV

Rilievo n°	Data	Tempo di riferimento	Leq db(A)	Valori massimi
Pos n° 14	06/02/2010	10:30-17:30	57.5	65 dB(A)
Pos n° 15	06/02/2010	10:30-17.30	55.5	65dB(A)
Pos n° 14	07/02/2010	22:00-02:00	54.5	55dB(A)
Pos n° 15	07/02/2010	22:00-02:00	52.5	55dB(A)

Per abbattere il livello di immissioni sonore nell'ambiente esterno, le possibili soluzioni sono:
- Piantumazione di alberi nella zona Sud dello stabilimento;
- Schermare la linea di laminazione a freddo con pannelli fonoassorbenti di altezza adeguata;
- Insonorizzazione del settore che alloggia le seghe a freddo;

L'Azienda, recentemente, ha provveduto ad installare dei pannelli fonoassorbenti, attenuando notevolmente il livello di rumore emesso.
L'insonorizzazione dell'ambiente interno in realtà è molto difficile perché il trasporto delle travi lungo la linea di produzione avviene tramite carroponti appesi al soffitto. Ultimamente la Ditta sta munendo gli operai di tappi ad alta frequenza i quali tagliano le alte frequenze e mantengono le frequenze più basse tipiche della voce umana, in modo da consentire la comunicazione interpersonale. Naturalmente si tratta di una soluzione tampone. Anche l'impegno dell'Azienda, di privilegiare in fase di rinnovo degli impianti, macchine che a parità di prestazione, hanno minore impatto acustico, è un contributo alla soluzione del problema, certamente non risolutivo. Le sorgenti incidenti sul rumore ad alta frequenza sono le seghe a nastro del reparto taglio; quindi l'insonorizzazione del reparto porterebbe ad un beneficio effettivo, anche se, attraverso esso passano i carro ponti che trasportano i profilati per il taglio e per quanto si possano pensare pareti con forme geometriche fono assorbenti, il tetto rimane comunque aperto. Il problema è di difficile risoluzione se non attraverso una riprogettazione totale dell'intero stabilimento e dei mezzi di movimentazione.
Trasporti: i blumi, prodotti nell'acciaieria di San Zeno, appartenente allo stesso gruppo, giungono, via nave, al porto di Milazzo o di Messina, successivamente arrivano in stabilimento a mezzo autoarticolati o ferrovia, direttamente dai fornitori. In seguito, il prodotto finito, ritorna allo stabilimento di San Zeno, per la commercializzazione sul mercato italiano ed europeo.
La movimentazione dei prodotti da lavorare e dei prodotti finiti viene effettuata con automezzi (trasporto gommato), treni (su rotaie) e navi. Il trasporto effettuato con i treni, grazie alla collaborazione delle Ferrovie dello Stato, è facilitato per la realizzazione, sulla linea Brescia – Milano e viceversa, di un sistema logistico dedicato basato su tracce orarie fisse. I blumi ed il prodotto finito devono però poter raggiungere sia la stazione ferroviaria di Milazzo (ME) o di Messina, sia i porti delle stesse città ed in ogni caso il trasporto viene effettuato con automezzi. Raggiunta la destinazione (stazione ferroviaria o porto), il materiale viene scaricato in attesa di essere caricato nelle stive delle navi o sui vagoni ferroviari. Questo rappresenta un aggravio aggiuntivo per la viabilità delle città di Messina e di Milazzo e certamente un costo di trasporto e logistico ulteriore per l'azienda. Per far fronte a ciò è in fase di studio avanzato un progetto, per la realizzazione di una banchina sul mare, al servizio dello stabilimento di Giammoro, adibita al carico e scarico diretto di navi di taglia media-piccola. La banchina, distante poche centinaia di metri dallo stabilimento, permetterà non solo di caricare le navi direttamente dal magazzino dello stabilimento, ma anche l'approvvigionamento dei blumi, che oggi segue il percorso inverso a partire dai porti di Milazzo e Messina, con analoghe difficoltà. La realizzazione di tale banchina, comporterà una notevole riduzione dell'impatto ambientale, dovuto al trasporto gommato.

Conclusioni
L'implementazione di un sistema di gestione ambientale da parte della Duferdofin-Nucor S.r.l. non trova particolari ostacoli per quanto riguarda i punti esaminati relativi a rifiuti, acque di processo, energia, forno di riscaldo; anche il problema della razionalizzazione dei trasporti è affrontabile, con un'azione concertata fra

l'azienda e l'amministrazione locale. Il tema che rimane aperto ed è di maggiore ostacolo all'implementazione del sistema di qualità ambientale è il problema tecnico correlato alla rumorosità degli impianti di alcuni reparti, la cui rimozione richiede nuove soluzioni e costi ragguardevoli. Allo stato odierno non ci sono ancora soluzioni adeguate. I laser attualmente in commercio per il taglio di metalli non sono utilizzabili, per i profilati delle dimensioni lavorate.

Bibliografia

Cappellano G., Micali G., "Management dei rischi Ambientali" Aspetti tecnici, economici e normativi", Pubblicato secondo l'art. 1 del Decreto Legislativo Luogotenenziale n. 660 del 31.08.1945

Salomone R., Franco G. "Dalla qualità totale alla qualità integrata" Edizioni Franco Angeli, Milano, 2006

Micali G., Nicolosi T., Cappellano G., Schächter S., Lanuzza F., "Metalli pesanti nelle polveri emesse da una centrale termoelettrica. Dosaggio mediante cronopotenziometria in stripping chimico", in Percivale F., Varese E., Arese M.T., "Ambiente, Internazionalizzazione, Sistemi, Merci, Energia", Volume 1, 353-360, Edizioni CELID, Torino, 2009

Cappellano G., Lanuzza F., Mondello F., Micali G., "Linee di gestione del rischio chimico ed ambientale in una centrale termoelettrica", in Percivale F., Varese E., Arese M.T., "Ambiente, Internazionalizzazione, Sistemi, Merci, Energia", Volume 1, 143-150, Edizioni CELID, Torino, 2009

G. Cappellano, G. Micali, F. Lo Coco, F. Lanuzza, "Individuazione degli aspetti ambientali significativi nella gestione di un impianto di termovalorizzatore di rifiuti urbani", in Percivale F., Varese E., Arese M.T., "Ambiente, Internazionalizzazione, Sistemi, Merci, Energia", Volume 1, 233-239, Edizioni CELID, Torino, 2009

S. Gervasoni, "Sistemi di Gestione Ambientale", Hoepli Editore, 2000

UNI EN ISO 9001:2008, Sistemi di gestione per la qualità – Requisiti, UNI - Ente Nazionale Italiano di Unificazione, Milano, 2008

UNI EN ISO 14001:2004, Sistemi di gestione ambientale - Requisiti e guida per l'uso, UNI - Ente Nazionale Italiano di Unificazione, Milano, 2004

D.lgs. n. 152 del 3/4/2006 e ss. mm. ii., "Norme in materia ambientale", (G.U. n. 88 del 14/4/2006)

Decreto di Autorizzazione 544/92, rilasciato da ARTA SICILIA – ASSESSORATO REGIONALE TERRITORIO ED AMBIENTE, 27/04/1992

Bettini V., Canter L. W., Ortolano L., "Ecologia dell'Impatto Ambientale", Edizioni UTET, Libreria Srl, 2000

Summary

INITIAL ENVIRONMENTAL ANALYSIS FOR THE IMPLEMENTATION OF AN EMS IN AN INDUSTRY OF STEEL SECTION

This paper shows the results of the initial environmental analysis in an industry of rolling steel sections, certified UNI EN ISO 9001:2008 and disposed to implement an environmental management system according to UNI EN ISO 14001: 2004.

The thorough study of the production cycle in all its joints showed that the implementation of an environmental management system doesn't find particular obstacles with regard to waste management, process water, energy, heating furnace and the rationalization of transport. The issue that remains open and is of major obstacle to the implementation of environmental management system is the technical problem related to noisy systems of some departments, which at present is not yet appropriate solutions

MERCI PERICOLOSE: SEMPRE PIÙ COMPLESSA LA NORMATIVA DA OSSERVARE

MARCELLO RUBERTI, BENITO LEOCI*
Dipartimento di Studi Aziendali, Giuridici ed Ambientali, Università del Salento
Via Prov.le Lecce-Monteroni, 73100, Lecce
e-mail: marcello.ruberti@unisalento.it, bleoci@yahoo.it

Riassunto
Espletare tutti i numerosi e complessi adempimenti, previsti dalla recente normativa in materia di gestione e di trasporto delle merci pericolose e dei rifiuti, richiederà nei prossimi mesi uno sforzo tecnico, organizzativo ed economico non indifferente, in special modo, da parte delle piccole imprese che non sempre dispongono delle necessarie risorse e conoscenze. Anche se, ovviamente, non si può disconoscere che le nuove disposizioni, se adeguatamente integrate e correttamente impiegate, non tarderanno di avere importanti ricadute positive in termini di sviluppo, internazionalizzazione, competitività, salvaguardia ambientale e sanitaria.

Introduzione

Negli ultimi anni, le ancor più avvertite esigenze di tutela della salute umana e di protezione ambientale rivolta nei confronti dei produttori di sostanze (c.d. "*sicurezza chimica*"), unite a quelle, parimenti rilevanti, di libera circolazione dei prodotti e di sviluppo dell'innovazione e della competitività, hanno reso necessari, ma a volte anche inadeguati, i provvedimenti, anche pesanti, del legislatore, nazionale e sovrannazionale. Costui è invero più volte intervenuto circa le attività di gestione delle merci (all'interno ed all'esterno della realtà aziendale), soprattutto di quelle pericolose e dei rifiuti, riformando quasi *ex novo* il quadro di riferimento (mondiale, comunitario e nazionale) preesistente, anche in base ad una concezione olistica ed integrata dei problemi, passando dal consolidato schema di eco-efficienza (*dalla culla alla tomba*), in parte superato, ad uno di eco-efficacia (*dalla culla alla culla*) (McDonough et al., 2003).
Tuttavia, alla luce della più recente normativa (REACH, GHS, CLP, ADR, TUA, ecc.), un esame critico e approfondito rivela, purtroppo, ancora molti punti oscuri, incertezze interpretative, farraginosità legali e dubbi operativi che si traducono in un aggravio considerevole dei compiti di guida e di vigilanza per le Amministrazioni coinvolte, sia centrali e che periferiche. Notevole è anche la mole di lavoro, risorse e di oneri economici a carico delle aziende, specie di medio-piccole dimensioni. Tutto ciò rischierà di portare ad un grave indebolimento e scadimento della credibilità dell'intero apparato legislativo posto in essere.
Obiettivo della presente nota è proprio un esame obiettivo ed articolato di questo *insieme di novità* giuridiche e delle problematiche concernenti, in particolare, la gestione (produzione, registrazione, etichettatura, uso e trasporto) delle merci pericolose, rimandando ad altra nota la trattazione di quelle riguardanti esclusivamente i rifiuti.

Quadro normativo

Regolamento REACH

Il Regolamento (CE) n. 1907/2006 o REACH (*Registration, Evaluation and Authorization of CHemicals*), riguarda, com'è noto, la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione di tutte le *sostanze* chimiche (in quanto tali o in quanto facenti parte di *miscele* o articoli), quindi anche di quelle *pericolose*, ad esclusione dei rifiuti e di altre categorie di merci già normate in altre disposizioni.
Con esso, s'impongono agli operatori economici – siano essi fabbricanti, importatori o utilizzatori (*downstream user*) – una serie di obblighi e responsabilità connessi alla corretta (auto)valutazione, gestione, e conseguente informazione a valle, dei rischi e dei possibili pericoli derivanti dalle merci di loro diretta derivazione e/o pertinenza. Ciò in accordo al principio-guida "*no data, no market*", per il quale vi può essere

* IL LAVORO È DA ATTRIBUIRE IN PARTI UGUALI AGLI AUTORI.

commercializzazione di una sostanza (o di una sua miscela o articolo) solo in presenza delle relative informazioni acquisite previa registrazione, sia delle sostanze già presenti (*phase-in*) o non ancora presenti (*non phase-in*) sul mercato dopo l'entrata in vigore del REACH.
Tali informazioni, di natura chimico-fisica, devono essere raccolte in un *Fascicolo di registrazione*, per le sostanze prodotte o importate in quantità ≥ 1 t/anno per ogni tipologia, e comunicate all'ECHA (*European CHemical Agency*); mentre per quantitativi ≥ 10 t/anno è necessario redigere una *Relazione sulla sicurezza chimica*.
Procedure di Autorizzazione *individuale* e di eventuali restrizioni sono previste per le sostanze che presentano "rischi inaccettabili" per la salute umana e per l'ambiente e per quelle molto pericolose o SVHC (*Substances of very high concern*), inserite nell'Allegato XIV: quelle cancerogene, mutagene e tossiche per la riproduzione, dette CMR (*Carcinogenic, Mutagenic or toxic to Reproduction*), persistenti, bioaccumulabili e tossiche o PBT (*Persistent, bioaccumulative and toxic substances*) e quelle molto persistenti e molto bioaccumulabili o vPvB (*very Permanent very Bioaccumulant substances*). Per tutte queste sostanze, i richiedenti l'Autorizzazione devono dimostrare che esse non possono essere sostituite da altre meno "problematiche" e che il loro uso non comporti rischi incontrollabili.

Regolamento CLP
Altro impegno notevole, in questo già difficile arco congiunturale, per le (tante) imprese coinvolte (non solo per produttori e importatori, ma per tutti gli operatori di filiera), soprattutto PMI (per le quali non sarà sufficiente una, sia pur necessaria, riduzione delle tariffe, come da Regolamento n. 440/2010/UE), è la quasi contemporanea entrata in vigore dell'altro Regolamento europeo, strettamente collegato al REACH (anche perché ne apporta importanti modifiche): il n. 1272/2008 o Regolamento CLP (*Classification, Labelling and Packaging*), concernente la classificazione, l'etichettatura e l'imballaggio delle sostanze e delle miscele.
Tale norma mutua, a livello comunitario, quelle che sono le indicazioni internazionali tracciate nel 2002 dall'ONU tramite il GHS (*Globally Harmonized System of classification and labelling of chemicals*) (UNECE, 2011), la cui terza edizione – recante modifiche delle indicazioni di pericolo ed etichettatura di piccoli imballaggi, nuove sottocategorie per la sensibilizzazione delle vie respiratorie e della pelle (*respiratory sensitiser*, RS), modifiche dei criteri di tossicità cronica per l'ambiente acquatico e nuove classi per le sostanze pericolose per lo strato di ozono – è stata di recente recepita nell'ordinamento comunitario dal Regolamento n. 286/2011.
Il CLP, che ha abrogato le Direttive 67/548/CEE (relativa alle sostanze pericolose) e 1999/45/CE (relativa ai preparati pericolosi), inglobando nell'Allegato VI l'elenco ufficiale delle sostanze considerate pericolose, ha il principale obiettivo di stabilire se una determinata sostanza o miscela presenta proprietà e caratteristiche che possano classificarla "pericolosa" e, in caso affermativo, etichettarla ed informarne, anche tramite la predisposizione della relativa SDS, tutti i soggetti della filiera, consumatori compresi.
Vengono esclusi dal campo di applicazione le sostanze e le miscele radioattive, quelle soggette a controllo doganale, le intermedie non isolate, quelle utilizzate per la ricerca non immesse sul mercato, i rifiuti, i farmaci, i mangimi e i cosmetici. Salvo i casi particolari di imballaggio ed etichettatura, il CLP non si applica nemmeno al trasporto delle merci pericolose.
Le sostanze che presentano caratteristiche di pericolosità particolari, come quelle CMR e RS, sono oggetto di classificazione armonizzata da parte delle Autorità ed elencate nell'Allegato VI, come modificato, in seguito al 1° AT (*Adeguamento tecnico*), dal Regolamento n. 790/2009/CE.
Tutte quelle non comprese devono essere oggetto di valutazione, classificazione ed etichettatura, per quanto concerne gli *end-point* di rischio, da parte del responsabile dell'immissione in commercio (*auto-classificazione*) sul quale verterà una serie di obblighi: identificare, esaminare e valutare le informazioni disponibili da "fonti diverse" (*quali?*); procedere a nuove sperimentazioni se i dati disponibili sono insufficienti; utilizzare le disposizioni ed applicare i criteri stabiliti nell'Allegato I, compresi i *principi-ponte* (*bridging principles*) utilizzando i dati esistenti su miscele analoghe già sottoposte a prove e classificate.
Tutte incombenze e obblighi non sono facili da esperire perché necessitano di competenze scientifiche e risorse, sia umane che economiche, non indifferenti ed indispensabili per accedere alle banche dati ed alle pubblicazioni scientifiche, quasi sempre usufruibili solo a titolo oneroso.

Direttiva 2008/68/CE
Questa direttiva, recepita nel nostro ordinamento dal D.Lgs. n. 35/2010, disciplina il trasporto nazionale di merci pericolose (e *anche dei rifiuti* pericolosi), facendo propri i principi espressi nell'*Accordo europeo relativo al trasporto internazionale delle merci pericolose su strada* (ADR), del *Regolamento relativo al*

trasporto internazionale delle merci pericolose per ferrovia (RID) e, ove pertinente, parte dell'*Accordo europeo relativo al trasporto internazionale delle merci pericolose per vie navigabili interne* (ADN).
Abrogando le normative di indirizzo n. 94/55/CE e 96/49/CE, il legislatore europeo, con essa, ha inteso riunire in un unico atto normativo (da qui la dicitura di "Direttiva quadro") le precedenti Direttive "modali" (Ruberti et al., 2009).
Gli allegati alla Direttiva rendono integralmente applicabili – con decorrenza dal 1° gennaio 2009 e con revisione biennale (quelle attuali rimarranno operative sino a giugno 2011) – le norme tecniche contenute negli allegati A e B dell'ADR, nell'allegato del RID (Appendice C della COTIF) e, dal 1° luglio 2011, nei regolamenti allegati all'ADN. Tutti aventi contenuti molto simili: classificazione delle sostanze pericolose; descrizione delle attività di spedizione e di trasporto; caratteristiche dei veicoli e dei mezzi di contenimento; prescrizioni per il personale coinvolto, per le operazioni di carico/scarico, manutenzione e circolazione dei veicoli.
Curiosamente, l'Italia non ha mai chiesto e sottoscritto nessuna deroga (Decisione della Commissione del 14 gennaio 2011) – a norma della Direttiva 2008/68/CE – allo scopo di armonizzare ed accordare i contenuti alle circostanze nazionali particolari (es. SISTRI), rendendo purtroppo così pienamente operativa la legislazione in materia in tema di trasporto merci pericolose e quindi, ad esempio, estremamente problematico il trasporto locale di piccole quantità di merci, anche per brevissime distanze e, addirittura, anche all'interno di uno stesso stabilimento produttivo, con tutti gli oneri che ciò comporta. In particolare, per quel che concerne la movimentazione dei rifiuti pericolosi, il nostro paese, in effetti, è l'unico in Europa a richiedere alle imprese un doppio sistema di tracciabilità (addirittura triplo, in questa fase transitoria!): il SISTRI, appunto, e quello documentale ed informatico richiesto dall'ADR.

Normative correlate
Sia il REACH che il CLP non tarderanno di far sentire i loro effetti sulle norme che regolano la gestione di sostanze pericolose in altri contesti. Ci riferiamo, in particolare, alla Direttiva n. 96/82/CE (c.d. "Seveso II"), al Regolamento n. 1107/2009 e al D.Lgs. n. 81/2008. Esaminiamo succintamente i loro punti di contatto con CLP e REACH.
Il D.Lgs. n. 334/1999, di recepimento della Direttiva "Seveso II", come modificata dalla Direttiva 2003/105/CE ("Seveso III", recepita dal D.Lgs. n. 238/2005), relative entrambe al controllo dei rischi di incidenti rilevanti che coinvolgano sostanze pericolose, riporta un elenco di 34 sostanze (però alcune voci non sono sostanze ma gruppi di sostanze), identificate ed etichettate come "pericolose", ed una serie di 10 categorie di "classi di pericolosità" (che ampliano di moltissimo il campo di applicazione) per sostanze e preparati non individuati precedentemente in modo specifico. La presenza di tali sostanze all'interno di un dato stabilimento, al di sopra di una certa quantità limite, determina l'applicabilità della norma, con i susseguenti obblighi a carico del gestore: notifica informativa agli enti (Ministero dell'Ambiente, Regione, Provincia, ecc.) ed agli organi di controllo e vigilanza (Prefetto, CTR, VV.F., ecc.); redazione di una politica di prevenzione degli incidenti rilevanti e di un rapporto di sicurezza (RdS), contenente l'analisi dei rischi e l'avvenuta adozione del Sistema di gestione della sicurezza (SGS); predisporre il Piano di emergenza. È ovvio che si renderà necessario procedere, da parte della Commissione europea, quanto prima, ad operazioni di accorpamento, armonizzazione e raccordo tra GHS-CLP-Direttive Seveso.
La ristrutturazione organica (il cosiddetto "*Pesticide Package*", di cui fa parte, tra le altre, anche la Direttiva 2009/128/CE, relativa all'uso sostenibile dei pesticidi, da ratificare entro il 26.11.2011) della filiera agrochimica europea è stata avviata con l'emanazione del Regolamento n. 1107/2009 che abroga le Direttive 91/414/CE e 79/117/CE istituendo nuove regole per l'immissione in commercio dei prodotti fitosanitari (sia come sostanze attive che come formulati), ma non solo. Vengono, infatti, ricompresi anche gli antidoti agronomici, i sinergizzanti, i coadiuvanti, ecc. Essendo stato emanato successivamente al CLP, si è avuta la possibilità di armonizzarlo con i contenuti di quest'ultimo. Punto fondamentale del nuovo Regolamento riguarda le cosiddette «*sostanze candidate alla sostituzione*» in un periodo di tempo non superiore a sette anni. Esse sono caratterizzate dal fatto che presentano proprietà tossicologiche ed ambientali particolarmente critiche, alcune delle quali (cancerogenesi, mutagenesi, tossicità riproduttiva, alias CMR) individuabili attraverso un rimando alle definizioni classificatorie contenute nel CLP. Per tale motivo vanno gradualmente sostituite con altre a più basso rischio. Tuttavia, pur nell'elogiare i tantissimi meriti di tale provvedimento, rimangono ancora da chiarire una serie di punti – come i *criteri cut-off* (che escludono a priori la registrazione di una sostanza attiva) e l'Elenco dei *coformulanti* esclusi nella composizione dei prodotti fitosanitari – in controtendenza rispetto alle direttive del REACH. Il prossimo passo sarà l'abrogazione della Direttiva n. 98/8/CE sui biocidi, per mezzo di un nuovo Regolamento che tenga conto, ci auguriamo, di tutte le norme correlate preesistenti.

Si renderà necessario anche porre di nuovo mano al D.Lgs. n. 81/2008, come già modificato ed aggiornato dal D.Lgs. n. 106/2009, in modo da sanare le difformità terminologiche sostanziali tra esso ed il CLP, in particolare, in merito alle difformi definizioni di agenti chimici, elementi, composti, sostanze, preparati, miscugli, miscele, ecc.

Discussione

Contrariamente a quanto fissato dal REACH, nel CLP non è stata prevista la fondamentale figura del *Rappresentante esclusivo* (*Only Respresentative*, OR) dei fornitori extra-UE, né l'OR del REACH è tenuto a fornire informazioni circa le classificazioni. Ragion per cui, tutti gli obblighi che nel REACH sono demandabili a tale figura professionale, come ad esempio la notifica delle sostanze all'ECHA e la redazione delle *Schede dati di sicurezza* (*Safety Data Sheet*, SDS), nel CLP gravano interamente ed esclusivamente in capo a ciascun importatore. Questo comporta difficoltà inerenti il reperimento diretto delle informazioni, presso il fabbricante/fornitore non stabilito nella Comunità, circa la corretta composizione ed i rischi delle merci acquistate da paesi terzi e da registrare o notificare.

Altre difficoltà possono essere rinvenute in seno al sistema di condivisione delle informazioni tra i vari dichiaranti e ciò, come lamentato anche da Federchimica (2009), a causa dell'incerto avvio e articolato funzionamento dei SIEF (*Substance Information Exchange Forum*): elevato numero di partecipanti; difficile identificazione del SFF (*SIEF Formation Facilitator*); problemi di connessione al portale REACH-IT; intromissione di *bogus companies* non direttamente interessate alla registrazione, ma solo per proporre servizi di consulenza a titolo oneroso.

Proprio recentemente, il 16 marzo 2011, sono stati pubblicati altri due Regolamenti (UE), il n. 252/2011 e il n. 253/2011, recanti modifiche agli Allegati I e XII del REACH al fine – opportuno – di adeguarne la terminologia a quella del CLP e per aggiornare i criteri per l'identificazione delle sostanze PBT e vPvB. Poco tempo prima, le imprese avevano dovuto far fronte ad una riformulazione dei loro software dedicati per la compilazione delle SDS allo scopo di adeguarli alla sopraggiunta modifica dell'Allegato II del REACH ad opera del Regolamento n. 453/2010 resosi necessario per tener conto della doppia classificazione delle sostanze indicate nella direttiva n. 67/548/CEE e secondo il Regolamento n.1272/2008.

Tutti i futuri obblighi dispositivi – con scadenze così numerose e ravvicinate nel tempo – comporteranno per le imprese, come è stato già messo in evidenza in una precedente nota (Massari et al., 2009), un sovraccarico di lavoro ed un impegno non indifferente di risorse economiche per adeguamenti informatici e tecnici, riqualificazione produttiva, addestramento e formazione del personale, consulenze esterne di natura tecnico-legale, ecc.

Proprio questa fase, di "transito", inoltre, si preannuncia come la più difficile e delicata in cui, finché le imprese non si saranno "adattate" e tutto il sistema non sia entrato in pieno regime, si troveranno a coesistere il vecchio ed il nuovo quadro normativo di riferimento, insieme alle inevitabili sovrapposizioni e ai conflitti che ciò potrà comportare.

Inoltre, si rende, quanto meno improcrastinabile, una indispensabile azione di armonizzazione tra le definizioni ed i contenuti del CLP e del REACH e quelli delle norme correlate. Ci riferiamo, in particolare, alle disposizioni che regolamentano la gestione delle sostanze pericolose negli stabilimenti a "rischio di incidente rilevante", la manipolazione di esse sui luoghi di lavoro e la commercializzazione dei prodotti fitosanitari e dei biocidi. Non si tratta soltanto di discordanze formali, ma sostanziali se è vero che una più puntuale e circoscritta terminologia determina, come è giusto che sia, il successo o il fallimento di tutto un impianto normativo.

Conclusioni

Si continuano a registrare a livello europeo indicazioni e linee guida poco chiare circa le direttrici interpretative delle norme esistenti. Ci si augura che molto prima del 1° giugno 2012, termine entro il quale la Commissione europea ha l'obbligo di riconsiderare lo stato di attuazione del REACH e di procedere a una sua revisione, si ponga ordine ai punti di sovrapposizione con le altre norme esistenti, *in primis* col CLP, prendendo anche in considerazione gli effetti combinati (*cocktail effect*) delle varie sostanze chimiche, finora esclusi.

Molto importante risulterà essere il contributo, soprattutto in termini di incentivazione e formazione, oltreché di vigilanza, che le associazioni di categoria, le amministrazioni centrali e periferiche sapranno garantire, specie alle miriadi di piccole e piccolissime imprese, a cui viene richiesto lo sforzo maggiore di adeguamento.

In tutto questo quadro, non felice, che abbiamo finora tracciato, non ci si deve esimere dal constatare, certamente, gli ovvii vantaggi, anche economici, per le imprese, rivenienti da una tale ristrutturazione normativa: agevolamento e miglioramento degli scambi e delle connesse procedure commerciali, specie con l'estero (riducendo molti *gap* competitivi a livello geo-politico internazionale), calo nel medio-lungo termine dei premi assicurativi per infortuni e danni ecologici, razionalizzazione delle attività di R&S, maggiore efficienza nell'impiego delle risorse, ecc. Il tutto inquadrato in un'ottica di *miglioramento continuo* a cui deve ispirarsi qualsiasi azione umana.

Bibliografia

Decisione della Commissione del 14 gennaio 2011 che autorizza gli Stati membri ad adottare determinate deroghe a norma della direttiva 2008/68/CE del Parlamento europeo e del Consiglio relativa al trasporto interno di merci pericolose, in GUUE L13 del 18.1.2011.

Decreto legislativo 3 agosto 2009, n. 106, "Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro". GU n. 180 del 5 agosto 2009.

Decreto legislativo 9 aprile 2008 , n. 81. Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro. GU n. 101 del 30 aprile 2008.

Decreto legislativo del 17/08/1999, n. 334. Attuazione della direttiva 96/82/CE relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose. GU n. 228, 28 settembre 1999.

Decreto legislativo del 21/09/2005 n. 238. Attuazione della direttiva 2003/105/CE che modifica la direttiva 96/82/CE, sul controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose. GU n. 271, 21 novembre 2005.

Decreto legislativo del 27 gennaio 2010, n. 35, Attuazione della direttiva 2008/68/CE, relativa al trasporto interno di merci pericolose, in GU n. 58 dell'11 marzo 2010.

Direttiva 1999/45/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 31 maggio 1999, concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative degli Stati membri relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura, GUUE L200/1, 30.7.1999.

Direttiva 2003/105/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2003 che modifica la direttiva 96/82/CE del Consiglio sul controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose. GUUE L345 del 31.12.2003.

Direttiva 2008/68/CE del Parlamento e del Consiglio del 24 settembre 2008, relativa al trasporto interno di merci pericolose, GUUE L260 del 30.9.2008.

Direttiva 2009/128/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 21 ottobre 2009 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria ai fini dell'utilizzo sostenibile dei pesticidi. GUUE L309 del 24.11.2009.

Direttiva 2010/61/UE della Commissione del 2 settembre 2010 che adegua per la prima volta al progresso scientifico e tecnico gli allegati della direttiva 2008/68/CE del Parlamento europeo e del Consiglio relativa al trasporto interno di merci pericolose, in GUUE L233 del 3.9.2010.

Direttiva 67/548/CEE del Consiglio, concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari e amministrative relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura delle sostanze pericolose e successive modifiche, GUUE n. 196, 16.8.1967.

Direttiva 67/548/CEE del Consiglio, del 27 giugno 1967, concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura delle sostanze pericolose. GUCE n. 196 del 16/08/1967.

Direttiva 79/117/CEE del Consiglio, del 21 dicembre 1978, relativa al divieto di immettere in commercio e impiegare prodotti fitosanitari contenenti determinate sostanze attive. GUCE L33 dell' 8.2.1979.

Direttiva 91/414/CEE del Consiglio, del 15 luglio 1991, relativa all'immissione in commercio dei prodotti fitosanitari. GUCE L230 del 19/08/1991.

Direttiva 94/55/CE del Consiglio del 21 novembre 1994, concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative al trasporto di merci pericolose su strada. GUCE L319 del 12.12.1994.

Direttiva 96/49/ce del Consiglio del 23 luglio 1996 per il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative al trasporto di merci pericolose per ferrovia. GUCE L235 del 17.9.1996.

Direttiva 96/82/CE del Consiglio del 9 dicembre 1996 sul controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose. GUCE L10 del 14.1.1997.

Direttiva 98/8/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 16 febbraio 1998 relativa all'immissione sul mercato dei biocidi. GUCE L123 del 24.4.1998.

Federchimica-Confindustria, "REACH - Formazione dei SIEF, prime criticità e possibili soluzioni", Circolare TES/PRO n. 26, Milano, 18 febbraio 2009.

Massari S., Ruberti M., "L'armonizzazione internazionale della registrazione, classificazione ed etichettatura dei prodotti chimici. Conseguenze per l'Italia", in Atti del XXIV Congresso Nazionale delle Scienze Merceologiche, "Ambiente-Internazionalizzazione-Sistemi–Merci-Energia", Volume 1, Università degli Studi di Torino, Torino 23–25 giugno, CELID, Torino, dicembre, ISBN: 978-88-7661-873-4, 507-514, 2009.

McDonough W., Braungart M., "Dalla culla alla culla. Come conciliare tutela dell'ambiente, equità sociale e sviluppo", Blu edizioni, Torino, 2003.

Regolamento (CE) n. 1107/2009 del Parlamento europeo e del Consiglio del 21 ottobre 2009 relativo all'immissione sul mercato dei prodotti fitosanitari e che abroga le direttive del Consiglio 79/117/CEE e 91/414/CEE

Regolamento (CE) n. 1272/2008 del Parlamento Europeo e Consiglio del 16 dicembre 2008, relativo alla classificazione, all'etichettatura e all'imballaggio delle sostanze e delle miscele che modifica ed abroga le direttive 67/548/CEE e 1999/45/CE che reca modifica al regolamento (CE) n. 1907/2006, in GUUE L353, 31.12.2008.

Regolamento (CE) n. 1907/2006 del Parlamento europeo e del Consiglio del 18 dicembre 2006, concernente la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche (REACH), che istituisce un'agenzia europea per le sostanze

chimiche, che modifica la direttiva 1999/45/CE e che abroga il regolamento (CEE) n. 793/93 del Consiglio e il regolamento (CE) n. 1488/94 della Commissione, nonché la direttiva 76/769/CEE del Consiglio e le direttive della Commissione 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE e 2000/21/CE, in GUUE L396 del 30.12.2006, come rettificato nella GUUE L136 del 29.5.2007.
Regolamento (CE) n. 790/2009/CE della Commissione delle Comunità Europee del 10 agosto 2009 recante modifica, ai fini dell'adeguamento al progresso tecnico e scientifico, del regolamento (CE) n. 1272/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio relativo alla classificazione, all'etichettatura e all'imballaggio delle sostanze e delle miscele, GUUE L235, 5.9.2009.
Regolamento (UE) n. 252/2011 della Commissione del 15 marzo 2011, recante modifica del regolamento (CE) n. 1907/2006 del Parlamento europeo e del Consiglio concernente la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche (REACH) per quanto riguarda l'allegato I, in GUUE L69 del 16.3.2011.
Regolamento (UE) n. 253/2011 della Commissione del 15 marzo 2011, recante modifica del regolamento (CE) n. 1907/2006 del Parlamento europeo e del Consiglio concernente la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche (REACH) per quanto riguarda l'allegato XIII, in GUUE L69 del 16.3.2011.
Regolamento (UE) n. 286/2011 della Commissione del 10 marzo 2011, recante modifica, ai fini dell'adeguamento al progresso tecnico e scientifico, del regolamento (CE) n. 1272/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio relativo alla classificazione, all'etichettatura e all'imballaggio delle sostanze e delle miscele, in GUUE L83 del 30.3.2011.
Regolamento (UE) n. 440/2010 della Commissione del 21 maggio 2010, relativo alle tariffe da pagare all'Agenzia europea per le sostanze chimiche in applicazione del Regolamento (CE) n. 1272/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio relativo alla classificazione, all'etichettatura e all'imballaggio delle sostanze e delle miscele, in GUUE L126, 22.5.2010.
Regolamento (UE) n. 453/2010 della Commissione del 20 maggio 2010 recante modifica del regolamento (CE) n. 1907/2006 del Parlamento europeo e del Consiglio concernente la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche (REACH), GUUE L133 del 31.5.2010.
Ruberti M., Mappa G., "I principali riferimenti normativi internazionali per il trasporto delle merci pericolose", in Atti del XXIV Congresso Nazionale delle Scienze Merceologiche, "Ambiente-Internazionalizzazione-Sistemi–Merci-Energia", Volume 1, Università degli Studi di Torino, Torino 23–25 giugno, CELID, Torino, ISBN: 978-88-7661-873-4, 555-562, 2009.
United Nations Economic Commission of Europe (UNECE), "Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS)", Third revised edition. Geneva, New York: United Nations; 2009. (ST/GS/AC.10/30/Rev.3), http://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/ghs_rev03/ 03files_e.html; 20.4.2011.

Summary
HAZARDOUS GOODS: INCREASINGLY COMPLEX LAWS

Carrying out all the numerous and complex tasks, provided by recent legislation on the management and transport of hazardous goods and waste, will require, in the coming months, a technical, organizational and economical, not indifferent, effort especially by the small firms that do not always have the necessary resources and knowledge on the matter. Although, of course, we cannot disregard that the new provisions, if properly integrated and successfully adopted, would have important co-benefits in terms of internationalization, global competitiveness, environmental protection and protection of human health.

CONFRONTO, MEDIANTE METODOLOGIA LCA, DEL CONFEZIONAMENTO DI UN PRODOTTO ORTOFRUTTICOLO DI IV GAMMA

CARLO RUSSO*, GIULIO MARIO CAPPELLETTI*, GIUSEPPE MARTINO NICOLETTI*, MICHELE LA ZAZZERA
*Dipartimento di Scienze Economico-Aziendali, Giuridiche, Merceologiche e Geografiche (SEAGMeG), Università degli Studi di Foggia, Via Caggese, 1, 71121 Foggia, Italy
e-mail: c.russo@unifg.it g.cappelletti@unifg.it;; g.nicoletti@unifg.it

Riassunto
Il presente studio si pone l'obiettivo di valutare, attraverso l'applicazione della metodologia LCA (Life Cycle Assessment), le performance ambientali di quattro tipologie di packaging del prodotto ortofrutticolo di IV gamma "quarti di carciofo imbustati", ipotizzando il suo confezionamento in buste composte da film di acido polilattico microforato (PLA MF1), acido polilattico non microforato (PLA NMF), polipropilene microforato (PP MF2) e polipropilene microforato + poliammide non microforato saldati assieme (PP MF2 + PA). Al fine di migliorare la conservabilità del prodotto, le confezioni presentano caratteristiche e dimensione diverse, in base alla tipologia di materiale di composizione. L'analisi LCA "semplificata" ha incluso le sole fasi di confezionamento, escludendo tutte le fasi "a monte" e quelle relative alla gestione del fine vita, che saranno affrontate in un successivo studio. Dall'analisi dei risultati, emergono dei vantaggi ambientali derivanti dall'adozione delle confezioni composte dal biopolimero PLA rispetto alle altre confezioni considerate. Tali vantaggi, però, devono essere bilanciati con delle criticità emerse in fase di produzione della materia prima utilizzata per la produzione del PLA.

Introduzione
La continua ricerca di prodotti eco-sostenibili, per affrontare il problema dello smaltimento degli imballaggi, sta orientando le imprese verso una graduale sostituzione dei tradizionali polimeri petrolchimici, normalmente impiegati nei processi di packaging dei prodotti alimentari, con biopolimeri derivanti da fonte rinnovabile (Mans J., 2004; Renstrom R., 2008; Truini J., 2005). I principali sistemi di produzione dei biopolimeri da fonte rinnovabile prevedono:

1. L'utilizzo di polimeri naturali che possono essere modificati, ma che sostanzialmente non mutano le loro caratteristiche di partenza (per esempio polimeri da amido, cellulosici ecc);
2. La produzione per fermentazione di biomonomeri, successivamente polimerizzati (per esempio PLA);
3. La produzione di biopolimeri direttamente in microorganismi (per esempio PHA);
4. La produzione di co-polimeri da biomonomeri e monomeri fossili.

Tra i biopolimeri derivanti da polimerizzazione di monomeri ottenuti per fermentazione si distingue l'acido polilattico (PLA), il quale presenta una versatilità applicativa con prestazioni paragonabili a quelle dei polimeri petrolchimici (polipropilene PP, polistirene PS ecc) con il vantaggio di essere compostabile secondo la norma UNI EN 13432:2002, ossia biodegradabile alle normali condizioni di compostaggio (temperatura di 50 ÷ 60 °C, in presenza di elevata umidità e di microrganismi, in un tempo di 45 ÷ 90 giorni) (Erwin T. H. *et al.*, 2003). Il processo di produzione dell'acido polilattico ha come base di partenza il mais, dal quale si ricava l'amido poi convertito in glucosio attraverso idrolisi enzimatica. Dalla fermentazione della soluzione di glucosio è ottenuto l'acido lattico che viene successivamente concentrato e purificato, quindi avviato al processo di polimerizzazione. Il PLA ottenuto viene, infine, pellettizzato e confezionato per la distribuzione.
Numerosi studi di Analisi del ciclo di vita (LCA, Life Cycle Assessment) hanno cercato di delineare il profilo ambientale di questa tipologia di biopolimero, spesso confrontandolo con quello dei tradizionali polimeri di origine petrolchimica (Franklin Associates, 2008; Madival S. *et al*., 2009; Erwin T. H. *et al.*, 2010; Siracusa V. *et al*., 2008; Pilz H. *et al*., 2010; Bohlmann G., 2004; Dornburg V. *et al*., 2004; Kaplan A., 2005). Con la finalità di fornire un quadro più completo dei reali impatti ambientali legati all'applicazione industriale di questo biopolimero ed al suo utilizzo nel settore del confezionamento dei prodotti alimentari, il presente studio si pone l'obiettivo di valutare le performance ambientali dei sistemi di packaging di un prodotto ortofrutticolo di IV gamma, mettendo a confronto due tipologie di confezioni composte da PLA (microforato e non), con due tradizionali confezioni composte da polipropilene (PP) e poliammide (PA). Nello specifico si è scelto di analizzare un prodotto ortofrutticolo di IV gamma, che necessita di alcuni

accorgimenti tecnologici nella fase di confezionamento per contrastare il deperimento del prodotto lavorato e migliorarne la sua shelf-life. Il materiale di composizione e relative caratteristiche dimensionali del contenitore svolge un ruolo fondamentale nel garantire la corretta conservabilità del prodotto.

Materiali e metodi

Definizione degli scopi e degli obiettivi
Lo scopo del presente lavoro è valutare e confrontare, mediante applicazione della metodologia LCA così definita negli standard delle norme ISO 14040:2006 e 14044:2006 (ISO 14040, 2006; ISO 14044, 2006), le performance ambientali di quattro tipologie di packaging di un prodotto ortofrutticolo di IV gamma. Nello specifico si è scelto il prodotto "quarti di carciofo imbustati in atmosfera controllata", ipotizzando il suo confezionamento in buste composte da film di acido polilattico microforato (PLA MF1), acido polilattico non microforato (PLA NMF), polipropilene microforato (PP MF2) e polipropilene microforato + poliammide non microforato saldati assieme (PP MF2 + PA). I confini del sistema, quindi, si limitano alle sole fasi di confezionamento dei quarti di carciofo già puliti e lavati. Sono state escluse dall'analisi tutte le fasi "a monte" riguardanti gli aspetti legati alla produzione della materia prima e la sua trasformazione industriale prima del confezionamento, nonché la fase di fine vita delle confezioni. L'unità funzionale scelta è rappresentata da 1 kg di prodotto confezionato.

Analisi d'inventario
Essendo lo studio incentrato sul confronto dei sistemi di packaging, il processo di raccolta dati ha riguardato tutti gli aspetti inerenti la fase di confezionamento. Sono state analizzate quattro tipologie di confezione aventi diverse caratteristiche, in particolare sono state messe a confronto le buste composte da film plastici tradizionali come il polipropilene e la poliammide con quelle composte da film di acido polilattico. In tutti i casi analizzati è stato previsto l'impiego di una miscela di gas composta da 5% di O_2 + 10% di CO_2 + 85% di N_2 da introdurre all'interno della confezione allo scopo di contrastare l'imbrunimento del prodotto. La quantità di gas inserita all'interno della busta è pari al 70% del volume totale del contenitore. La tabella 1 evidenzia le caratteristiche del contenitore utilizzato. Le dimensioni della busta dipendono dal materiale impiegato, dalla sua permeabilità all'O_2 e alla CO_2 e dalla presenza o meno di microfori (Del Nobile M. A. *et al.*, 2007). Le diverse dimensioni dei contenitori si giustificano con l'esigenza di assicurare le condizioni di conservazione dei "quarti di carciofo". La shelf-life di questo prodotto, infatti, risulta fortemente influenzata dalla concentrazione di questi due gas che si realizza all'interno della confezione. (Auras R. *et al*., 2003; Auras R. *et al*., 2004; Auras R. *et al*., 2006a; Auras R. *et al*., 2006b; Lehermeier H. J. *et al*., 2001; Oliveira N. S. *et al*., 2004).

Tabella 1: caratteristiche delle quattro tipologie di packaging analizzate

Materiali impiegati	Spessore film (µm)	Dimensione busta (cm)	Peso busta (g)	Volume busta (mL)	Quantità gas di riempimento (mL)	Quantità quarti di carciofo (g)
Acido polilattico microforato (PLA MF1)	30	10,6 x 17	2,2	400	280	120
polipropilene microforato (PP MF2)	30	24,6 x 13	2,3	950	665	150
acido polilattico non microforato (PLA NMF)	30	20 x 25	5,2	2.000	1.400	150
polipropilene microforato + poliammide non microforato (PP MF2 + PA)	67	22,5 x 25	9,2	2.450	1.715	150

Qualità dei dati
I dati relativi alle caratteristiche dei film utilizzati nelle quattro buste analizzate sono stati rilevati presso alcune aziende pugliesi, mentre la dimensione delle busta ed il relativo volume, sono state determinate attraverso uno studio sperimentale (la Zazzera M., 2010).
I dati riferiti alla produzione di energia elettrica derivano dal mix italiano indicato dall'Autorità per l'energia elettrica ed il gas (www.aeeg.it), mentre per le informazioni relative alla produzione dei film si è fatto

riferimento alle banche dati Ecoinvent 2.0 (Frischknecht R. *et al*., 2007), e PlasticsEurope (www.plasticseurope.org) implementate dalla PE International nel software GaBi4 (IKP and PE, 2002) utilizzato per elaborare i risultati. Nello specifico, i dati riferiti alla produzione del PLA si basano sul processo produttivo messo a punto dalla NatureWorks™LLC (Minnesota, USA) denominato "Ingeo®" (Erwin T.H. *et al*., 2010; NatureWorks, 2008). La figura 1 mostra l'integrità del sistema analizzato in termini di flussi considerati, mentre dalla figura 2 è possibile evincere, in percentuale sul totale, la quantità di dati misurati, calcolati, stimati o provenienti da letteratura.

Figura 1: Integrità del sistema

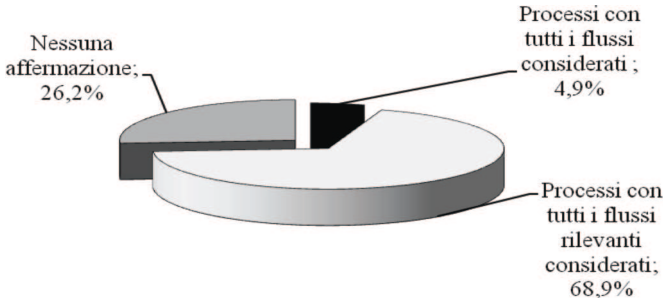
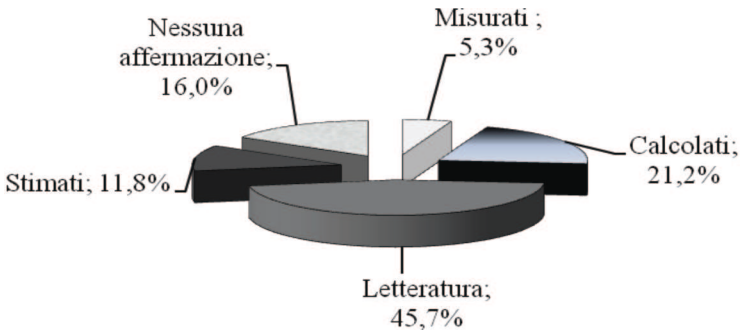


Figura 2: Origine dati del sistema



Risultati e discussione

Analisi degli impatti

L'analisi degli impatti ambientali è stata condotta mediante l'utilizzo del metodo di valutazione CML 2001 aggiornato a novembre 2009. Le categorie di danno considerate nell'eco-indicatore CML 2001 sono: potenziale di esaurimento di risorse (ADP), potenziale di acidificazione (AP), potenziale di eutrofizzazione (EP), potenziale di effetto serra (GWP), potenziale di distruzione di ozono stratosferico (ODP), potenziale di creazione di ossidanti fotochimici (POCP).

La tossicità è stata analizzata utilizzando le categorie previste dal:

- metodo di valutazione CML 2001: potenziale di ecotossicità delle acque dolci (FAETP), potenziale di tossicità umana (HTP), potenziale di ecotossicità delle acque marine (MAETP) e potenziale di ecotossicità dei suoli (TETP);
- metodo di valutazione USETox (Ralph K. Rosenbaum *et al*., 2008): tossicità umana (TU) ed ecotossicità delle acque dolci (FE).

È stato analizzato, infine, l'uso di energia (EU), distinguendo tra uso di energia rinnovabile da uso di energia non rinnovabile.

La figura 3 mostra il valore dell'eco-indicatore ottenuto dalla procedura di normalizzazione e valutazione (definita negli standard ISO 14040:2006 e 14044:2006) delle categorie d'impatto ADP, AP, EP, GWP, ODP e POCP. Come si può notare dalla figura 3 la tipologia di packaging che prevede l'uso della busta composta da film accoppiato PP + PA presenta le peggiori performance ambientali. Ciò è dovuto all'alto valore di GWP e dal contributo negativo delle categorie ADP e POCP. Analizzando i risultati emerge che tali maggiori impatti sono riconducibili alla produzione della poliammide; entrando nello specifico, si può affermare che essi derivano dal maggior impiego di risorse non rinnovabili (ADP) e dalle maggiori emissioni in aria di gas climalteranti (GWP), che contribuiscono alla creazione di smog fotochimico (POCP).

Dalla figura 3, inoltre, è possibile evincere che la confezione di PLA non microforata presenta un eco-indicatore peggiore della busta in PP a causa del più alto contributo di EP riconducibile alle emissioni di nitrati nelle acque durante la fase di produzione del mais necessario all'ottenimento dell'amido utilizzato come materia prima nel processo produttivo del PLA. La busta realizzata con film di PLA microforato, invece, utilizzando a parità di unità funzionale minore quantità di PLA rispetto a quella non microforata, presenta l'eco-indicatore migliore rispetto alle altre tipologie di confezione analizzate. Dall'analisi della figura 4 è possibile affermare che confezionare 1 kg di "quarti di carciofo" in una busta di film accoppiato PP + PA comporta l'emissione di oltre 0,5 kg di CO_2, una quantità otto volte maggiore di quella emessa nel caso di confezionamento in busta di PP e circa 85 volte maggiore di quella emessa in caso di confezionamento in busta di PLA microforato. L'utilizzo di PLA microforato, inoltre, consente un risparmio in termini di emissioni di CO_2 di oltre la metà rispetto all'impiego del PLA non microforato. Dalla figura 5, dove si esamina la categoria uso di energia (EU), è possibile evincere i consumi energetici, espressi in MJ per unità funzionale, dei quattro sistemi di packaging analizzati. Il trend negativo del confezionamento in film accoppiato di PP + PA è confermato anche in questo caso; questa tipologia di packaging comporta un consumo di oltre 10 MJ di energia non rinnovabile mentre appare trascurabile l'impiego di energia rinnovabile. Alla stessa maniera, il consumo energetico del confezionamento in buste composte da film di PP microforato si riferisce quasi esclusivamente a fonti di energia non rinnovabile. Pertanto, ferme restando le migliori performance ambientali derivanti dall'adozione di buste in PLA microforato, anche se la quantità totale di energia impiegata nell'ipotesi di utilizzo di buste in PP microforata risulta di poco inferiore a quella impiegata nell'ipotesi di utilizzo di PLA non microforato, appare chiaro che i vantaggi ambientali di quest'ultima soluzione derivano dal fatto che sul totale consumo energetico, oltre il 40% si riferisce ad energia rinnovabile. Le migliori performance ambientali riscontrate nell'analisi delle categorie d'impatto sopradescritte hanno origine principalmente nella provenienza di natura organica della materia prima (amido di mais) impiegata nella produzione del PLA. Tali benefici ambientali, però, si riducono notevolmente se l'analisi si sposta sulle categorie d'impatto riguardanti la tossicità, probabilmente proprio a causa degli impatti derivanti dalla fase agricola di produzione della materia prima. Dalle figure 6 e 7, infatti, si evince che le categorie eco-tossicità delle acque marine, delle acque dolci, dei suoli e tossicità umana, così definite dal metodo di valutazione CML 2001 (aggiornato a novembre 2009) mostrano risultati tendenzialmente opposti a quelli riscontrati nelle categorie d'impatto analizzate precedentemente. Nel caso dell'eco-tossicità delle acque marine l'ipotesi che prevede l'utilizzo di buste in film accoppiato di PP + PA resta sempre quella dalle peggiori performance ambientali, ma gli impatti dell'ipotesi di utilizzo del PP sono inferiori a quelli relativi all'ipotesi di impiego del PLA (fig. 6).

Esaminando le altre categorie d'impatto inerenti la tossicità, risulta che, le due ipotesi di impiego di film in PLA (microforato e non) presentano, rispetto alle altre soluzioni ipotizzate, i maggiori impatti (fig. 7). In considerazione della rilevanza di questi risultati, si è proceduto ad analizzare la tossicità impiegando un altro modello di valutazione (USEtox). Dall'analisi della figura 8, si desume che anche in questo caso è l'ipotesi di utilizzo di film in PP microforato a presentare gli impatti minori, ma l'ipotesi peggiore torna ad essere quella che prevede l'impiego di film accoppiato di PP + PA. Per la categoria d'impatto tossicità umana definita dal metodo di valutazione USEtox, invece si rileva, dalla figura 9, che l'ipotesi di utilizzo di film in PP microforato appare sempre la più vantaggiosa, mentre l'ipotesi peggiore risulta essere quella che prevede l'utilizzo di film in PLA non microforato. La causa dei maggiori impatti in termini di tossicità dell'ipotesi di confezionamento in buste di film di PLA risiede nell'impiego di pesticidi nella fase agricola di produzione del mais necessario all'ottenimento della materia prima utilizzata nel processo produttivo del PLA.

Al fine di fornire un quadro esaustivo dell'insieme delle performance ambientali delle quattro ipotesi di packaging considerate, si è proceduto ad indicizzare in percentuale tutte le categorie d'impatto analizzate rispetto agli impatti del confezionamento in buste composte da film di PLA microforato. La figura 10, sintetizza quanto sopra affermato evidenziando che, a fronte di benefici ambientali per le categorie ADP, AP, GWP, EU, il confezionamento in buste di PLA microforato presenta performance negative per quanto riguarda le categorie EP, ODP, POCP, HTP, MAETP, TETP, FAETP, FE, HT. Le ragioni di tali risultati risiedono principalmente nella produzione della materia prima necessaria alla produzione del PLA.

Figura 3: eco-indicatore CML 2001

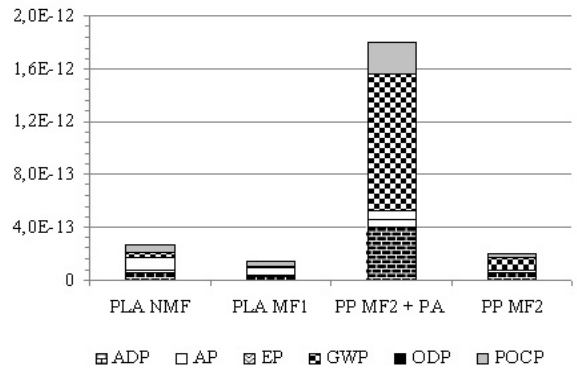


Figura 4: potenziale di effetto serra

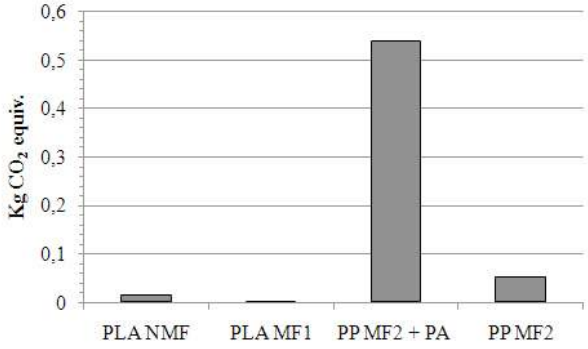


Figura 5: uso di energia (EU)

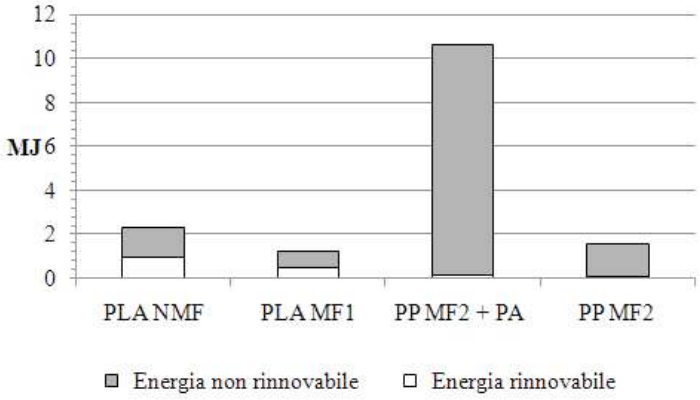


Figura 6: potenziale di ecotossicità delle acque marine (CML2001)

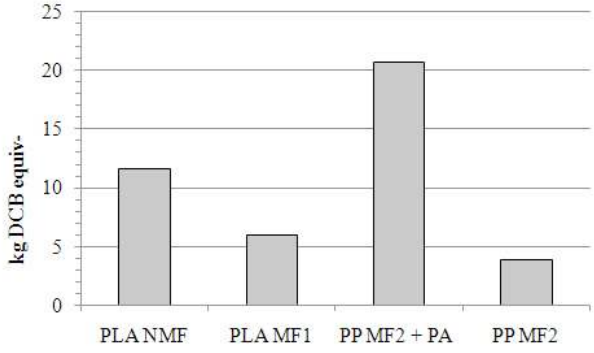


Figura 7: potenziale di ecotossicità delle acque dolci e dei suoli e di tossicità umana (CML2001)

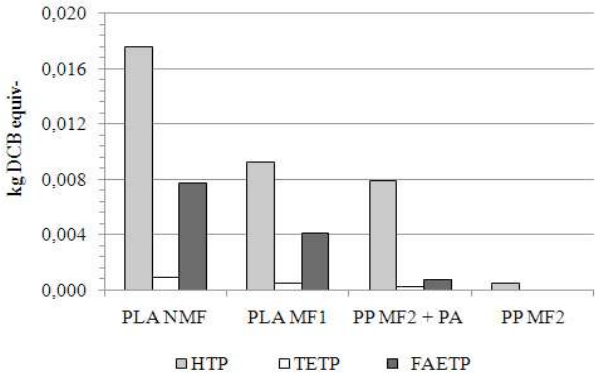


Figura 8: ecotossicità delle acque dolci (USEtox - Apr 2010)

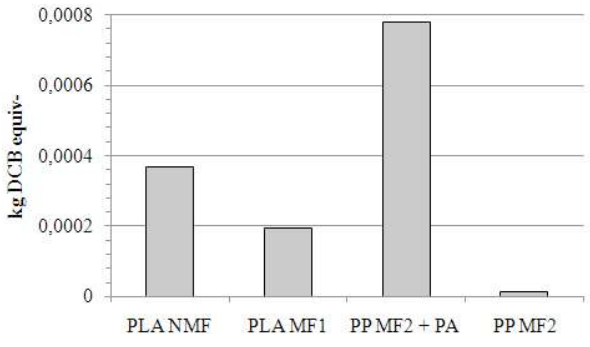


Figura 9: tossicità umana (USEtox - Apr 2010)

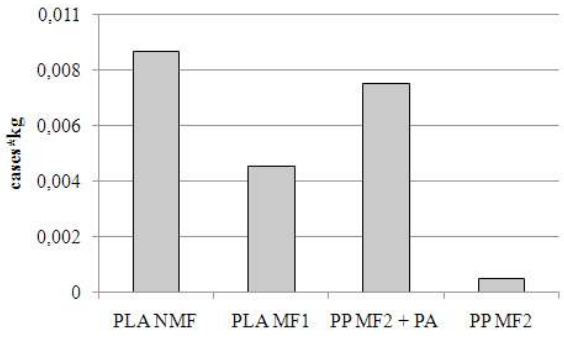
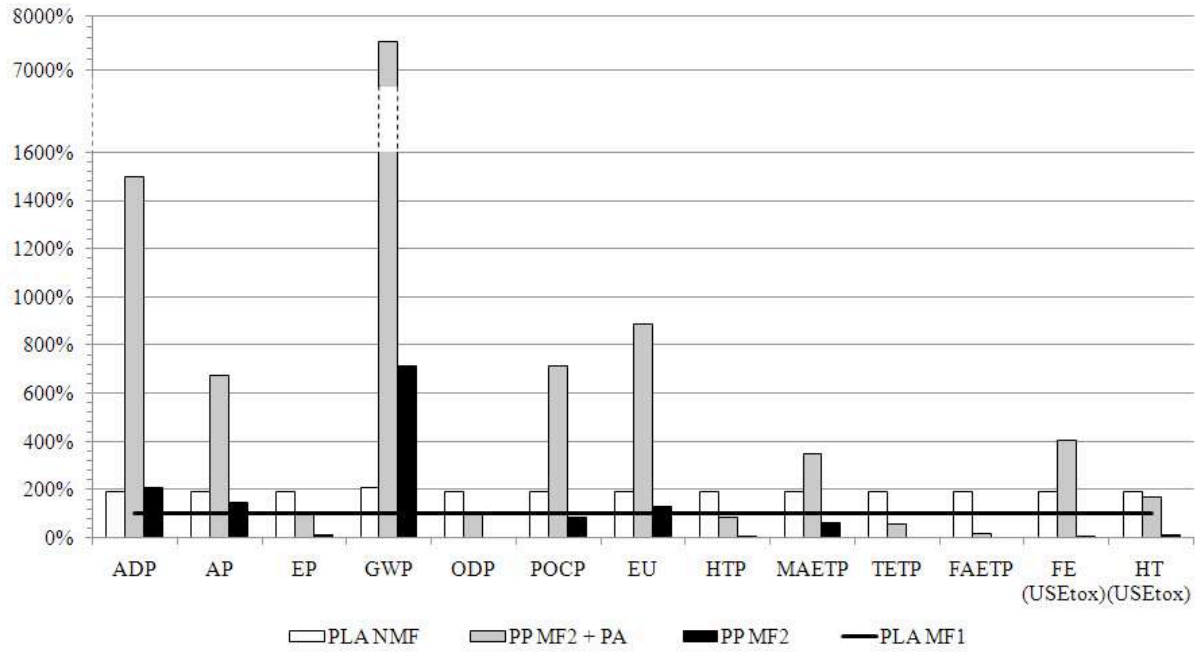


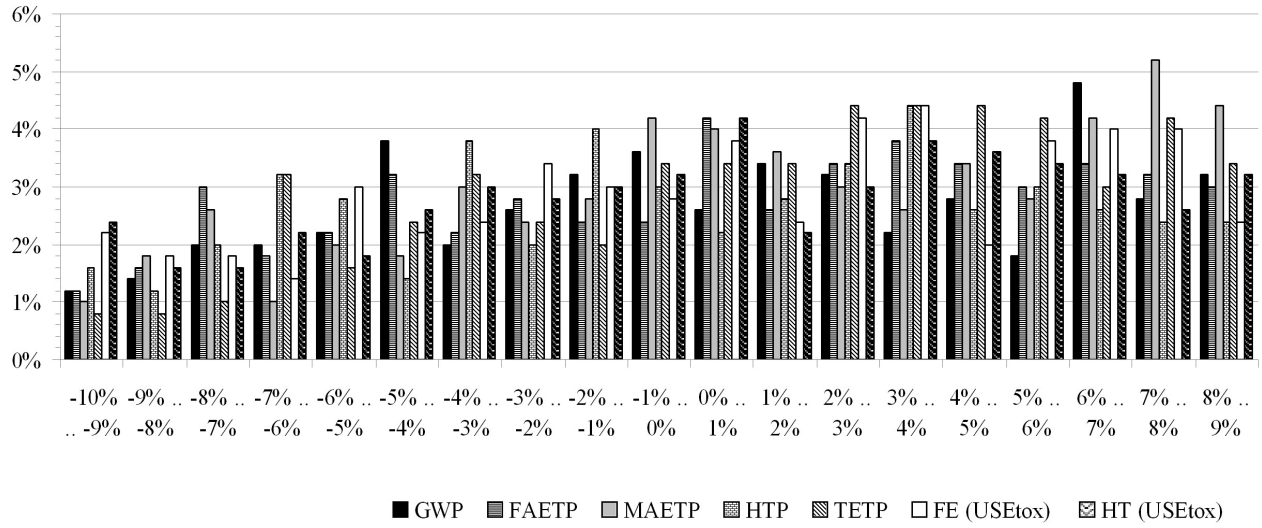
Figura 10: Confronto percentuale degli impatti dei vari sistemi di packaging rispetto a quello che utilizza la busta composta da film di acido polilattico microforato



Interpretazione e miglioramenti

Come evidenziato nelle precedenti figure 1 e 2, il sistema analizzato considera alcuni dati con un certo grado d'incertezza; pertanto, si è proceduto, mediante l'ausilio de software GaBi4, ad effettuare un'analisi di Monte Carlo con 500 simulazioni sulle categorie d'impatto GWP, FAETP, MAETP, HTP, TETP, HT FE, ipotizzando una deviazione standard di ±10% dei principali dati incerti considerati nel sistema (peso e composizione busta, peso prodotto finito, quantità e composizione gas). In figura 11 è possibile rilevare la distribuzione Gaussiana derivante dalla simulazione.

Figura 11: Analisi di Monte Carlo (500 simulazioni)



Appare opportuno, inoltre, rilevare che, in considerazione del fatto che siano emerse criticità ambientali derivanti dalla fase agricola di produzione della materia prima del processo produttivo del PLA, l'analisi di ulteriori categorie d'impatto, riguardanti l'uso del suolo ed il consumo di acqua, renderebbe più esaustivo il quadro delle performance ambientali delle quattro tipologie di confezionamento analizzate. Un ulteriore aspetto da studiare si riferisce all'analisi del fine vita degli imballaggi, non considerato nel presente lavoro e

che merita di essere affrontato poiché potrebbe risultare determinante nella scelta del sistema di packaging dalle migliori performance ambientali. Infatti se il film accoppiato composto da PP + PA è difficilmente riciclabile, la busta in PP risulta di facile riciclo ed il film in PLA deve essere inviato a compostaggio (Royte E., 2006; Learn S., 2008; Kirwan M. J. e Strawbridge J. W., 2003; Madhavan K. N., 2010; Thanawadee L. *et al.*, 2011).

Conclusioni

L'applicazione della metodologia di analisi del ciclo di vita a quattro ipotesi di confezionamento di un prodotto di IV gamma, ha permesso di evidenziare le performance ambientali dell'utilizzo dei film plastici di acido polilattico rispetto ai tradizionali film di polipropilene e/o poliammide.

Dal confronto sono emerse alcune importanti considerazioni in merito alla necessità di valutare i reali benefici ambientali derivanti dall'adozione di questi film di origine vegetale prestando particolare attenzione all'intero ciclo di vita, soprattutto con riferimento alle materie prime impiegate nel processo produttivo. Nello specifico caso del film in PLA, se la sua adozione per il confezionamento comporta vantaggi significativi in termini di riduzione dell'effetto serra o di consumo energetico, la coltivazione del mais, dal quale deriva la principale materia prima impiegata nel suo processo produttivo (amido), provoca non trascurabili emissioni che causano impatti ambientali negativi dovuti al massiccio impiego di pesticidi e fertilizzanti (tossicità, eutrofizzazione ecc) oltre al notevole consumo di acqua per l'irrigazione. Tale scenario risulta comprensibilmente penalizzato se si considerano anche gli effetti negativi riguardanti la trasformazione e l'occupazione del suolo da destinare a tale monocoltura (mais). Trattandosi, in questo caso, di colture no food, sorge anche un dilemma etico sull'opportunità di convertire tali spazi a questa destinazione colturale (biocarburanti, biopolimeri ecc) piuttosto che occuparli per l'alimentazione umana.

Partendo da queste considerazioni, in un'ottica di sviluppo sostenibile, sarebbe auspicabile un intervento migliorativo nel processo produttivo del PLA finalizzato alla sostituzione delle sue materie prime provenienti da colture dedicate con sostanze amidacee derivanti da sistemi produttivi più sostenibili o da sottoprodotti e scarti di lavorazione di altri processi produttivi (come ad esempio melasso e sughi densi di canna da zucchero e barbabietole).

Bibliografia

AA. VV., "A more responsible alternative to traditional plastics – NatureWorks PLA ", NatureWorks™LLC, 2008 (http://www.natureworksllc.com/media/files/distributor_flyer_12_5_05rv.pdf)

AA. VV., "MicroGREEN polymers unveils sustainable technology to dramatically increase product yield from source plastics" Business Wire 11, 2008 (http://www.businesswire.com)

Auras R., Harte B., Selke S., "Effect of water on the oxygen barrier properties of polyethylene terephthalate and polylactide films", Journal of Applied Polymer Science, 92, 1790-1803, 2004

Auras R., Harte B., Selke S., Hernandez R., "Mechanical, physical and barrier properties of polylactide films", Journal of Plastic Film and Sheeting, 19, 123-135, 2003

Auras R., Singh S. P., Singh J., "Performance evaluation of PLA against existing PET and PS containers", Journal of Testing and Evaluation, 34, 2006

Auras R., Singh, S. P., Singh J. J., "Evaluation of oriented polylactide polymers vs. existing PET and oriented PS for fresh food service containers", Packaging Technology and Science, 18, 207-216, 2006

Bohlmann G., "Biodegradable packaging life-cycle assessment", Environmental Progress, 23, 342-346, 2004 (www.interscience.wiley.com)

Del Nobile M. A., Licciardello F., Scrocco C., Muratore G., Zappa M., "Design of plastic packages for minimally processed fruits", Journal of Food Engineering, 79, 217–224, 2007

Dornburg V., Lewandowski I., Patel M., "Comparing the land requirements, energy savings, and greenhouse gas emissions reduction of biobased polymers and bioenergy", Journal of Industrial Ecology, 7, 93-113, 2004

Erwin T.H. Vink, Steve Davies, Jeffrey J. Kolstad, "The eco-profile for current Ingeo® polylactide production", Industrial Biotechnology, 6, 212-224, 2010

Erwin T.H., Vink, Ra´bago K. R., Glassner D. A., Gruber P. R., "Applications of life cycle assessment to NatureWorks polylactide (PLA) production.", Polymer Degradation and Stability, 80, 403 - 419, 2003. (www,sciencedirect.com)

Franklin Associates, "Life cycle inventory of five products produced from polylactide (PLA) and petroleum-based resins." Athena Institute International, 2006 (http://www.athenasmi.ca/projects/docs/Plastic_Products_LCA_Summary_Rpt.pdf)

Frischknecht R., Jungbluth N., Althaus H.-J., Doka G., Dones R., Hischier R., Hellweg S., Humbert S., Margni M., Nemecek T., Spielmann M., "Implementation of life cycle impact assessment methods: Final report No. 3, ecoinvent data v2.0", Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH, 2007 (www.ecoinvent.ch)

IKP and PE, "GaBi 4- Software-system and databases for life cycle engineering", Stuttgart, Echterdingen, 2002

ISO (International Standard Organization), "Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework (ISO 14040:2006)", International Standard Organization, Geneva, Switzerland, 2006

ISO (International Standard Organization), "Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines (ISO 14044:2006)". International Standard Organization, Geneva, Switzerland, 2006

Kaplan A. "After PET?" Beverage World, 15, 59, 2005

Kirwan M. J., Strawbridge J. W., "Plastics in food packaging", Food Packaging Technology, 174-240, 2003

la Zazzera M., “Management of gas composition for fresh cut artichokes”, Tesi di Dottorato, Università degli Studi di Foggia, 2010
Learn S., “New plastic, second thoughts”, The Oregonian, 2008
(http://www.oregonlive.com/environment/oregonian/index.ssf?/base/news/122470531113490.xml&coll=7)
Lehermeier H. J., Dorgan J. R., Way D. J., “Gas permeation properties of polylactic acid”, Journal of Membrane Science, 190, 243-251, 2001
Madhavan Nampoothiri K., Nimisha Rajendran N., Rojan Pappy J., “An overview of the recent developments in polylactide (PLA) research”, Bioresource Technology, 101, 8493-8501, 2010 (doi:10.1016/j.biortech.2010.05.092).
Madival S., Auras R., Singh S. P., Narayan R., “Assessment of the environmental profile of PLA, PET and PS clamshell containers using LCA methodology”, Journal of Cleaner Production, 17, 1183-1194, 2009
Mans J., “New water bottle is made from plants”, Packaging Digest, 92-93, 2004
Oliveira N. S., Oliveira J., Gomes T., Ferreira A., Dorgan J., Marrucho, I. M., “Gas sorption in polylactic acid and packaging materials. Fluid Phase Equilibria”, 222-223, 317-324, 2004
(http://www.smithsonianmag.com/science-nature/plastic.html?c=y&page=2)
Pilz H., Brandt B., Fehringer R., “The impact of plastics on life cycle energy consumption and greenhouse gas emissions in Europe”, Executive Summary June 2010, denkstatt GmbH, Vienna, Austria, 2010
(http://www.use-less-stuff.com/2010-research/Summary-Denkstatt-Vers1.3.pdf)
Ralph K. Rosenbaum *et al*., “Usetox - the UNEP-SETAC toxicity model: recommended characterization factors for human toxicity and fresh water ecotoxicity in life cycle impact assessment”. International Journal of Life Cycle Assessment, 13, 532-546, 2008
Renstrom R., “Bioplastic makers look for more commitment”, Plastic News, 20, 2008
(http://www.plasticsnews.com/subscriber/search.html)
Royte E., “Corn plastic to the rescue.”, Smithsonian Magazine, 2006
(http://www.smithsonianmag.com/science-nature/plastic.html?c=y&page=2)
Siracusa V., Rocculi P., Romani S., Dalla Rosa M., “Biodegradable polymers for food packaging: a review”, Trends in Food Science & Technology, 19, 634-643, 2008
Thanawadee L., Unchalee S., Yosita R., Thumrongrut M., “Biodegradable kinetics of plastics under controlled composting conditions”, Waste Management, 31, 1153-1161, 2011
Truini J., “Recycling a new plastic.”, Waste News, 22, 2005
www.pe-international.com
www.plasticseurope.org

Summary

COMPARISON, BY USING LCA METHODOLOGY, OF PACKAGING PHASE OF A FRESH-CUT VEGETABLE PRODUCT

This study aims to assess and compare, by using the Life Cycle Assessment (LCA) methodology, the environmental performance of four packaging categories of fresh-cut artichokes. The containers composed by microperforated polylactide film (PLA MF1), not perforated polylactide film (PLA MNF), microperforated polypropylene film (PP MF2) and microperforated polypropylene film joint with a polyamide film (PP MF2 + PA) were considered.

These containers have different characteristics and size due to the typology of renewable or not renewable polymer used. Only the packaging phases were included in the system boundaries of the simplified LCA, while all the up stream phases and end-life managing phases were excluded. The phases excluded in this analysis will be considered in a more completed next life cycle study. Results have shown environmental benefits deriving from the adoption of container composed by PLA in comparison with the other packaging categories. Nevertheless, these environmental advantages, should be balanced with hot spots raised from the production phase of the raw material employed in the PLA production process.

Contributo degli autori

Il lavoro, pur frutto di riflessioni comuni, è attribuibile a C. Russo per la fase di definizione degli scopi e degli obiettivi, la fase di analisi di inventario e di qualità dei dati, a C. Russo e G.M. Cappelletti per le fasi di analisi degli impatti, a G.M. Cappelletti per la fase di interpretazione e miglioramenti, a C. Russo, G.M. Cappelletti, G.M. Nicoletti e M. La Zazzera per l’introduzione, le conclusioni e la ricerca bibliografica.

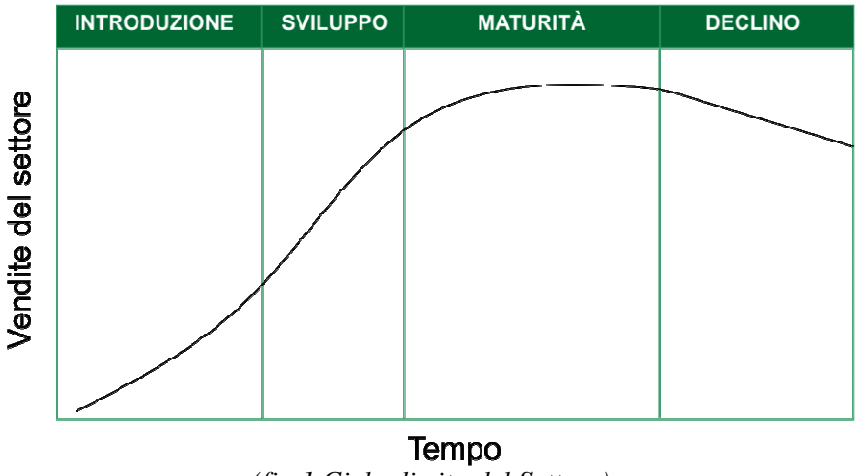
CICLO DI VITA DEL PRODOTTO, IMPATTO AMBIENTALE, ENVIRONMENTAL CLOCK-SPEED: LA VALUTAZIONE DEGLI INVESTIMENTI

SERGIO SPARACIA*
* Dipartimento di Studi e ricerche Economico-aziendali ed Ambientali
Università degli Studi di Messina
Piazza S. Pugliatti 1, 98122, Messina
e-mail: sergio.sparacia@unipa.it

Riassunto
Lo scopo del lavoro è illustrare un framework di valutazione nella scelta di investimento che permetta di fornire una migliore analisi del rapporto esistente tra i costi ambientali e le attività svolte nella gestione ambientale, evidenziandone la dinamica nella strategia ambientale lungo il ciclo di vita del settore/prodotto e la correlata efficienza/efficacia nei processi con l'applicazione dell'activity based costing.

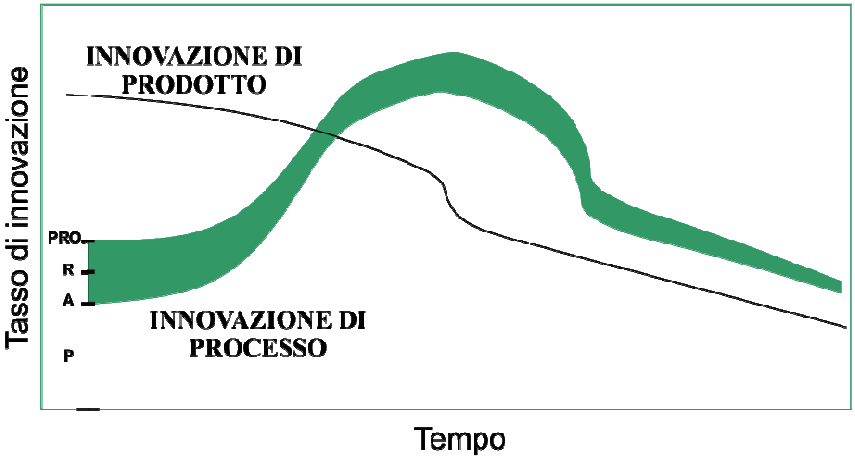
Introduzione
La competitività delle imprese dipende dalla interdipendenza di due fattori strettamente interconnessi: i costi e il tempo; quest'ultimo, dal punto di vista gestionale è legato al concetto di ciclo di vita del prodotto. Negli ultimi decenni si è assistito all'incremento esponenziale del tasso di sviluppo di nuovi prodotti e alla riduzione dei tempi dell'impresa nel pianificare il processo e la produzione pilota/ramp up al fine di massimizzare le vendite, ridurre i costi e conseguire una congrua redditività. L'assottigliamento temporale e i sistemi di controllo delle informazioni sui costi, oggi, enfatizzano il *cost-time orientation* caratterizzato da un aumento delle barriere nel valutare come priorità competitiva la variabile ambientale, che ha riflessi nei costi, nella qualità, nell'innovazione dei processi e delle organizzazioni; ne consegue una limitazione dell'autonomia strategica d'impresa nella *green area*.

Ciclo di vita del prodotto e impatto ambientale
Il ciclo di vita di un prodotto è la successione dei diversi stadi di vita di ogni prodotto che convenzionalmente si divide in quattro fasi: introduzione (o apparizione); sviluppo; maturità e declino. Ogni fase ha delle caratteristiche definite (Barbiroli, 1998) e il profilo di tale sviluppo è rappresentabile con una *curva ad S*. (Grant, 2006). Se consideriamo che i prodotti appartengono a settori, che li producono, si determina un equivalente al ciclo di vita del prodotto dal lato dell'offerta: *il ciclo di vita del settore* (*fig.1*) che, probabilmente, a causa della gamma dei prodotti che lo costituisce ha una durata superiore ma la cui *evoluzione* è legata alla domanda, *alla produzione* e all'innovazione.



(fig.1 Ciclo di vita del Settore)

Se soffermiamo la nostra attenzione sull'innovazione (*fig.2*), riteniamo che l'evoluzione della *curva ad S* del settore converge o attorno ad un *modello dominante*, che definisce: **f**orma, **f**unzionalità, **f**abbricazione (produzione) (*3f*), o in un *modello di business*, che pur presentando alcune delle caratteristiche delle 3**f**, si qualifica come modello dominante.
Tra i modelli dominanti possiamo ricordare il PC, lanciato da IMB nel 1981, che ha definito gli *standard tecnici* e la nascita del dominio nel settore del binomio Window-Intel "Wintel"; la confezione di cartone, lanciata da Tetrapack nel 1953, che ha definito standard tecnici e il monopolio nel settore dei prodotti di imballaggio alimentare; McDonald's; ecc. Tra i modelli di business ricorderemo ITunes, lanciato da Apple nel 2000, che ha definito uno standard *de-facto* nell'acquisto on-line; Facebook; ecc.



(fig.2 Innovazione di prodotto e di processo)

Il modello dominante determina l'evoluzione del settore poiché è la svolta nella conoscenza relativa ad un'*innovazione radicale* di settore che si diffonde come *innovazione incrementale* nella gamma dei prodotti e nei relativi processi di produzione che, legati all'orientamento strategico ambientale (Passivo - P, Adattivo - A, Reattivo - R, o Proattivo - PRO), vedrà allocata l'impresa in un punto della *green zone (fig.2)* in base alle scelte di investimento effettuate con la valutazione del successo reddituale nella gestione della variabile ambientale e alla propensione al rischio dei manager.

	Basic *n=18*	**Construction and real estate** *n= 18*	**Retail and whole sale** *n= 16*	**Service** *n= 13*	**Engineering** *n =28*	**IT** *n= 11*	**Chemical and Pharma** *n = 6*	**Transport and shipping** *n = 9*	**Bank and financial** *n = 3*	**Investment** *n = 6*
Payback	77,8	66,7	81,3	69,2	92,9	72,7	83,3	55,6	66.7	100,0
NPV	61,2	66.7	43,8	61,5	28,6	27,3	66.7	77,8	100,0	66.7
Expense calculation	22,3	33,3	25,0	61,5	17,9	63,6	33,3		33,3	33,3
Costing	44,6	22,2	18,8	53,8	14.3	36,4	33,3		33,3	33,3
IRR	39,0	22,2	12,5	7,7	25,0	9,1		22,2	100,0	50,0
Accounting ratio	11.2	50,0	31,3		21,4		16,7	11,1	33,3	33,3
VBM	22,2	5,6		7,7	7.1		16,7		33,3	16,7
Annum	11.2	16,7	6,3	15,4				44,4		16,7
Other	11,2	11,1	6,3		7.1			11,1		
Relative cashflow				7,7			16,7			

(tab.1 The use of capital budgeting methods sorted by industry)

Imprese che, oggi, dato l'incremento esponenziale del tasso di sviluppo di nuovi prodotti e la riduzione dei tempi dell'impresa nel pianificare le scelte di investimento intorno al modello dominante, al fine di raggiungere economie di costo e, quindi, il successo reddituale, valutano con metodi inadeguati i benefici e i

costi degli investimenti in prodotti, processi e standard, che si ripercuotono anche nelle performance ambientali (*tab.1 - The table is based on all responding top 500 companies (114) and O-listed companies (14) outside the top 500. Percentage within each group - Gert Sandahl, Stefan Sjogren, 2002*).
Tali metodologie di valutazione degli investimenti (*tab.1*) guidano le scelte dei manager nelle imprese che, evidentemente (1 Payback; 2 NPV; 3 Expense calculation), sono *cost-time orientation* e non considerano rilevanti le performance ambientali nelle scelte strategiche che comunque hanno riflessi: nei costi, con l'introduzione nelle produzioni/processi delle cleaner technologies che potrebbero produrre efficienza; nei prodotti a basso impatto ambientale, che potrebbero essere percepite di qualità; ecc.
Tale orientamento conduce ad una limitazione rilevante nell'autonomia strategica dell'impresa strettamente dipendente, attualmente, dalle pressioni indotte dall'introduzione di norme ambientali cogenti e dall'evoluzione competitiva "environmental sound" del mercato, secondo dei fattori ambientali rilevanti (environmental key factors), che potrebbero determinare un allungamento del ciclo di vita del settore e/o prodotto.

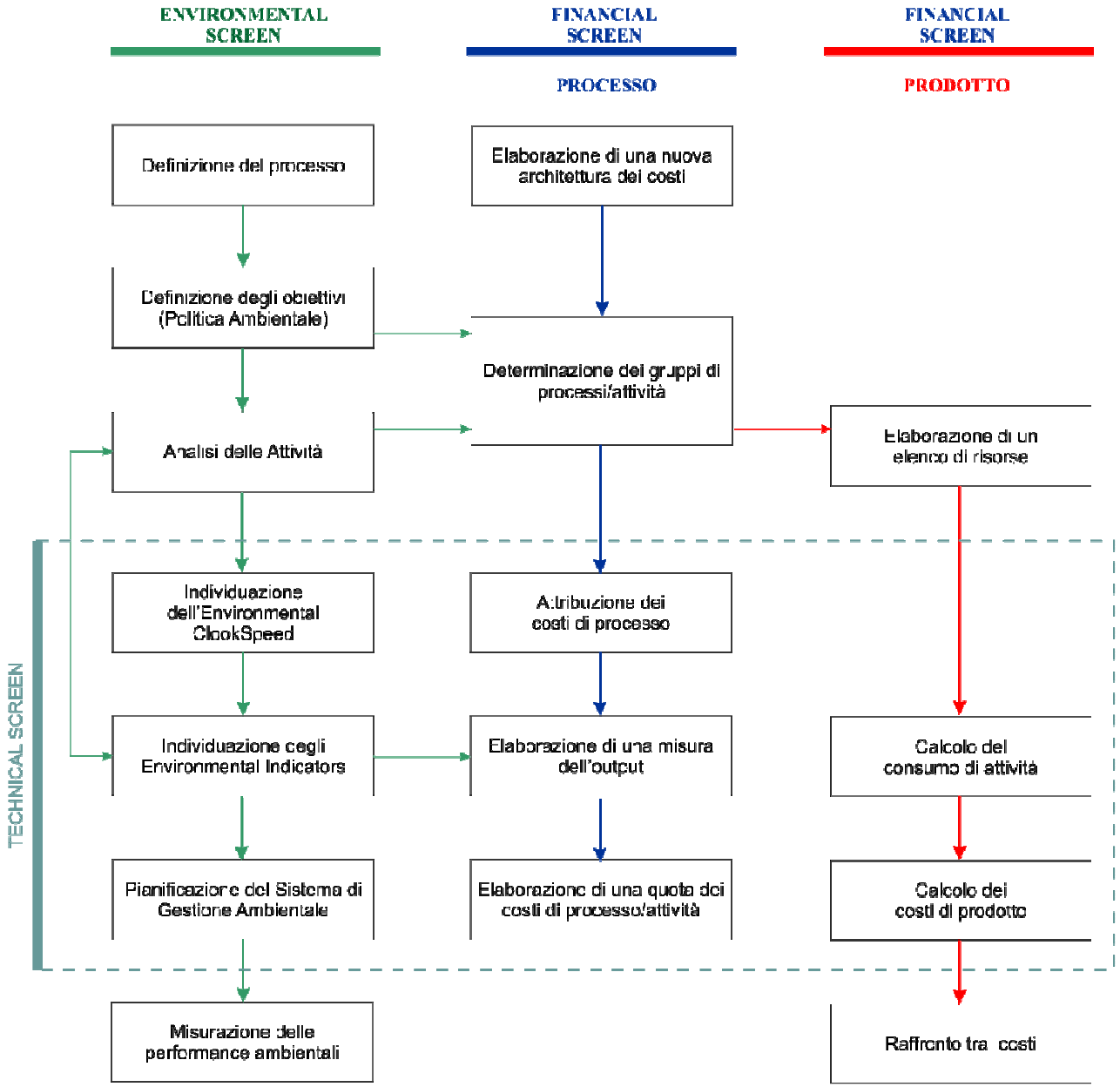
Environmental Clock-speed e valutazione degli investimenti
Le scelte di investimento determinate dall'innovazione nei prodotti, nei processi di produzione e nelle relative organizzazioni necessitano di un diverso approccio alla valutazione della variabile ambientale per evidenziare l'impatto delle diverse performance lungo la prospettiva reddituale.
Le scelte di investimento legano al fattore tempo il ciclo di vita del settore caratterizzando nell'innovazione la *propensione strategica* dell'impresa, che spazia da passiva a proattiva, nel definire il punto di partenza di un sentiero lungo la green zone (*fig.2*); riteniamo che a seguito dell'innovazione di prodotto, secondo un modello dominante, si qualifica il processo e l'organizzazione secondo "il tempo utile a conseguire obiettivi di tipo sostenibile nel sistema di gestione dell'organizzazione (o reti di organizzazioni) al fine di governare le performance delle variabili ambientali (environmental key factors) connesse all'impiego della miglior tecnologia disponibile, purché appropriata ed economicamente attuabile": l'*environmental clockspeed* (Sparacia *et all*. in Manca G., 2010). Una definizione che nasce dall'approccio di Fines (1998), il quale ha effettuato l'analisi, in un rappresentativo campione di imprese, dell'industrial clockspeed come aggregazione del tasso di obsolescenza: dei prodotti (product clockspeed); dei processi (process clockspeed) e delle organizzazione (organizational clockspeed) (*tab.2*).

Industry	Product clockSpeed	Process clockSpeed	Organizational clockSpeed	No. of Companies
Fast–Clockspeed Industry				
1.Personal Computer	< 6 months	2 - 4 years	2 - 4 years	15
2.ComputerAidedSoftEng.	6 months	2 – 4 years	2 – 4 years	27
3.Semiconductor	1 – 2 years	2 – 3 years	3 – 10 years	24
4.Movie Industry	< 3 months	< 1 year	2 – 4 year	7
5.Atletic footwear	< 1 year	5 - 15 years	5 - 15 years	11
6.Toy and Games	< 1 year	5 - 15 years	5 - 15 years	12
Slow – Clockspeed Industry				
1.Aircraft	10-20 years	5 – 30 years	20 – 30 years	13
2.Steel	20 - 40 years	10 – 20 years	50 – 100 years	11
3.Shipbuildings	25 – 35 years	5- 30 years	10 - 30 years	4
4.Petrochimical	10 – 20 years	20 – 40 years	20 – 40 years	31
5.Paper	10 – 20 years	20 – 40 years	20 – 40 years	3
6.Diamond mining	> 100 years	20 – 30 years	50 – 100 years	15

(tab. 2 Classificazione delle industrie ad alta e bassa velocità di cambiamento, Fines, 1998)

All'individuazione dell'Environmental Clock-speed si accompagna, nel miglioramento della valutazione delle scelte di investimento del capitale (tab.3), un'analisi multidimensionale (*Financial Screen; Environmental Screen; Technical Screen*) al fine di comprendere l'impatto di una scelta "environmental sound" sulle performance finanziarie ed economiche dell'impresa, nonché sulle performance ambientali.
Le scelte di investimento secondo una strategia ambientale proattiva valutano i *costi per la prevenzione ambientale*, che si trasformano in costi di rincorsa (*costi di rincorsa* = costi per la verifica ambientale del danno + costi per la responsabilità interna ed esterna) qualora non stimano esclusivamente il rischio del

mutamento delle norme ambientali, della tecnologia e dei costi che raggiunge, nel tempo, la medesima tecnologia; in quest'ultima più è elevata la standardizzazione minore è il margine di governo della strategia ambientale nel tempo lungo la *green zone* (*fig.2*, mostra una assottigliamento dell'area), limitando il *valore* delle scelte innovative che debbono essere armonizzare nei processi e assimilate dalle organizzazioni (apprendimento).



(*tab.3 Approccio alla valutazione delle scelte di investimento*)

L'analisi della scelta di investimento proposta si basa su un framework utile a valutare come le diverse opzioni possano modificare e/o ridefinire i processi e le diverse attività dell'organizzazione, quindi il primo screen è un analisi tecnica - *Technical Screen* - finalizzata ad individuare l'environmental clockspeed (tempo), gli indicatori ambientali (che rappresentano dei key performance indicators, ossia dei fattori chiave ambientali in base alla strategia ambientale adottata – *fig.2* – che può oscillare da una compliance normativa ad un'elaborazione proattiva degli indicatori di riferimento), e il sistema di gestione ambientale dell'impresa, un sistema strutturato e operativo che regola le sue prestazioni in base a condizionamenti ambientali esterni (Caropreso et all., 2006). I fattori individuati hanno riflessi sulle *performance ambientali complessivamente raggiunte* e sulla *elaborazione di una misura dell'output*, che incide nell'elaborazione della quota dei costi ambientali (*tab.3*) attribuita ai processo/attività considerati secondo il metodo *dell'Activity Based Costing* (A.B.C.).

Il metodo A.B.C. per il calcolo del costo di prodotto è fondato sull'aggregazione, in via preliminare, dei costi ambientali nei gruppi di processi/attività svolte dalle diverse aree funzionali. I costi ambientali aggregati (environmental activity pool) vengono imputati ai prodotti in base ad opportuni fattori (environmental activity drivers), definiti dagli Environmetal Indicator nella Strategia Ambientale (*fig.2*) che fissa le variabili ambientali rilevanti (environmental key factors) nella politica ambientale, determinando il livello di costo ambientale delle singole attività (environmental cost driver) consumate da ciascun prodotto o famiglia di prodotti.
Gli environmental activity drivers sono strettamente legati alla complessità organizzativa (Amigoni, 1995), devono essere scelti in modo da evidenziare le ragioni della fluttuazione dei costi ambientali compresi nell'aggregato di riferimento, sono orientati al prodotto non ai processi dell'organizzazione e, nel contempo, traducono operativamente la politica ambientale e le relative analisi delle attività che hanno portato alla definizione e ai contenuti dell'*Environmental Screen: il fondamento della determinazione dei gruppi di processi/attività su cui elaborare, secondo l'approccio tracciato, una nuova architettura dei costi* legata alla valutazione della scelta di investimento (tab.3).
Una valutazione che necessariamente si fonda anche su un metodo mirato ad identificare e misurare *i benefici e i costi ambientali* dell'innovazione introdotta nei prodotti, nei processi e nell'organizzazione. Tra i metodi ricordiamo la *life-cycle costing* e la *monetizzazione dei danni ambientali*, che misurano in termini monetari il danno ambientale secondo la disponibilità a pagare (DAP), per evitare un danno ambientale, e la disponibilità ad accettare una compensazione (DAC), per un danno ambientale subito. Nella monetizzazione dei danni ambientali, le tecniche di valutazione sono: il prezzo di mercato; i prezzi edonistici e i costi di viaggio, che monetizzano il valore dell'ambiente per il quale non vi è un mercato di riferimento facendo ricorso a un mercato surrogato; la valutazione contingente (CV), che deriva il valore del bene ambientale attraverso un'intervista (Freeman A.M. III, 1993).
Ognuno dei metodi citati non comporta una valutazione esaustiva del *costo della prevenzione* o dei *costi di rincorsa* del danno ambientale è, pertanto, auspicabile una combinazione dei diversi metodi al fine di dotare l'impresa di un adeguato range di valori per stimare l'impatto ambientale nelle diverse attività identificate (*tab.3*) relative alla valutazione della scelta di investimento.
Nell'ultima fase del framework riguardante la valutazione finanziaria del prodotto/processo – *Financial Screen* – è necessario considerare anche il fattore di rischio nell'attribuzione di *una quota dei costi di processo/attività*, ossia una situazione ambientale nella quale è nota la distribuzione di probabilità relativa alle modifiche delle norme ambientali, al cambiamento della tecnologia e dei suoi costi negli scenari futuri.
Le diverse opzioni negli scenari futuri determinano una valutazione dei costi e l'attribuzione delle relative quote nei processi/attività che ha riverbero sulle scelte di investimento del decision-maker poiché cagiona aggiustamenti nella valutazione dei costi/benefici ambientali e negli eventuali tassi di attualizzazione adottati a supporto del metodo A.B.C. (*tab.3*). a nostro avviso, sarebbe auspicabile applicare anche la Monte Carlo analysis (@RISK Software) che può assegnare la probabile distribuzione del costo ambientale relativo al cambiamento della normativa ambientale, e/o la probabile distribuzione dei possibili costi della tecnologia, calcolando con il modello la migliore opzione di costo nella scelta dell'investimento.
I risultati conseguiti possono essere rappresentati in un "mappa delle opzioni", che rappresenta la misurazione delle performance ambientali e il raffronto tra i costi (*tab.3*) di ogni singola scelta di investimento.

Conclusioni

L'approccio illustrato nella valutazione della scelta di investimento permette di fornire una migliore analisi dei costi evidenziandone la dinamica nel ciclo di vita del settore/prodotto e la correlata efficienza/efficacia nei processi che, con l'applicazione del metodo dell'*activity based costing*, permette di stabilire il rapporto esistente tra i costi ambientali e le attività svolte nella gestione ambientale. Questo approccio non soltanto permette la valutazione delle scelte di investimento, supportate da opportune misurazioni, ma anche la gestione totale dei costi nei prodotti al fine di acquisire e mantenere nel ciclo di vita del settore un adeguato vantaggio competitivo dettato dall'orientamento strategico ambientale intrapreso dal management.

Bibliografia

Amigoni F., "Misurazioni d'azienda", Giuffrè Editore, Milano, 1995
Azzone G., "Innovare il sistema di controllo d gestione", Etas, Milano, 2001
Barbiroli B., "Strategie di produzione e dinamica tecnologica", Bulzoni Ed., Roma, 64-69, 1998
Bhimani A., Caglio A., Ditillo A., Morelli M., "Performance Management", Egea, Milano, 2010.

Caropreso G, Catto E.G., Pernigotti D., “La nuova uni En Iso 14001”, IlSole24Ore, Milano, 2-21, 2006
Chase R.B., Jacobs F.R., Aquilano N.J., Grando A., Sianesi A., “Operations management nella produzione e nei servizi”, McGraw-Hill, Milano, 2004
Epstein M.J., “Measuring Corporate Environmental Performance”, McGraw-Hill, USA, 1996
Fine, C. (1998). “Clockspeed: winning industry control in the age to temporary advantage”, Perseus Book Group, New York, 1988
Freeman A.M. III, “The measurement of environmental and resource values: theory and methods”, Resources for the Future, RFF Press Book, Washington (D.C.), 1993
Grant R.M., “L’analisi strategica per le decisioni aziendali”, Il Mulino, Bologna, 2006
Manca G., Franco M. A., Tola A., “I sistemi di gestione ambientale per lo sviluppo ecosostenibile del territorio”, Arkadia Editore, Cagliari, 207-213, 2010
Mio C., “Il budget ambientale”, Egea, Milano, 2002
Porter M.E., “Il vantaggio competitivo”, Einaudi, Torino, 2004
Sandahl G., Sjogren S., “Capital budgeting methods among Sweden’s largest groups of companies. The state of the art and a comparison with earlier studies”, International Journal Production Economics 84, 51–69, 2003
@RISK, RISK performs risk analysis - Monte Carlo simulation www.palisade.com

Summary

IMPROVEMENT IN ENVIRONMENTAL CAPITAL INVESTMENT MADE THROUGH ENVIRONMENTAL IMPACTS AND ENVIRONMENTAL CLOCK SPEED APPLY PRODUCT LIFE CYCLE.

The scope of work is to illustrate a framework for capital investment decision to improve analysis of the relationship between environmental costs and activities in environmental management. The method shows the dynamics of environmental strategy in the life cycle of the sector / product and the related efficiency / effectiveness in the processes with the implementation of Activity Based Costing.

APPLICATIONS OF LACCASE ENZYME IN BIOREMEDIATION

ANNA MARIA TAROLA, LUCILLA SALVAGNI, RAFFAELLA PRETI, GIULIANA VINCI
Department of Management, Sapienza University of Rome
Via del Castro Laurenziano 9 00161 Rome
e-mail: annamaria.tarola@uniroma1.it

Summary
Many industries are currently pursuing enzymatic approaches for developing green chemistry technologies mainly due to shortcomings of physicochemical methods, growing environmental concerns, legal restrictions, and increasing scientific knowledge.
Laccase (EC 1.10.3.2 benzenediol: oxygen oxidoreductase) is a multi-copper enzyme that uses molecular oxygen to oxidize various aromatic and non-aromatic compounds by a radical-catalyzed reaction mechanism. Until recently, laccase was only found in eukaryotes (fungi, higher plants, insects), but now there is strong evidence for its widespread distribution in prokaryotes and the first crystal structure of a bacterial laccase is already available. Owing to their high non-specific oxidation capacity, laccase is useful biocatalysts for diverse biotechnological applications.
A wide variety of bioremediation processes employ laccase for environmental pollution control, such applications include the detoxification of industrial effluents, mostly from pulp and paper, textile and food industries and as a bioremediation agent to clean up harmful compounds from the environment. Research in recent years has been intense, the most promising results are reviewed in this paper.

Introduction
Laccase (benzenediol: oxygen oxidoreductase; EC 1.10.3.2) is a blue multi-copper oxidase, a dimeric or tetrameric glycoprotein, which usually contains four copper atoms per monomer distributed in three redox sites. This enzyme catalyses the oxidation of ortho and paradiphenols, aminophenols, polyphenols, polyamines, lignins and aryl diamines as well as some inorganic ions coupled to the reduction of molecular dioxygen to water (Fig.1). The laccase mediated catalysis can be extended to nonphenolic substrates by the inclusion of mediators. Mediators are a group of low molecular weight organic compounds that can be oxidized by laccase first forming highly active cation radicals capable of oxidizing nonphenolic compounds that laccase alone cannot oxidize (Brijwani K. et al., 2010). Laccase was first described by Yoshida (1883), was characterized as a metal containing oxidase by Bertrand (1985) and this makes it one of the oldest enzymes ever described. Laccases have been isolated in higher plants (Yoshida H., 1883), prokaryotes (Claus H., 2003), insects (Kramer K.J. et al.,2001), and are widespread in fungi (Baldrian P., 2006). Recently, this enzyme has garnered increasing attention as an oxidative catalyst for fine chemical synthesis being eco-friendly (use air and produce water as the only by-product), working under mild, energy-saving conditions and showing high stability and selectivity for phenolic substructures.
Applications cover several sectors, including pulp and paper industry, food industry, biosensor, textile industry and biocatalysis. Enzymes from fungi have been shown to be useful for the degradation of a variety of persistent environmental pollutants. Many of the enzymes responsible for pollutant degradation are extracellular, and in nature probably are involved in the degradation of wood. Some white rot-fungi such as Pycnoporus cinnabarinus produce high levels of laccase, however, the potential for laccase in bioremediation has not been well characterized (Wong Y. and Yu J., 1999). A laccase produced in the yeast, Pichia pastoris, was engineered by site-directed mutagenesis to improve the rate of electron transfer between the copper-containing active site of laccase and an electrode (Gelo P.M. et al., 1999). Thus laccase may be usefully engineered to improve the efficiency of particular bioremediation processes. The aim of this work is to present recent advances in the laccase enzyme research on bioremediation and to highlight their potential industrial and biotechnological applications.

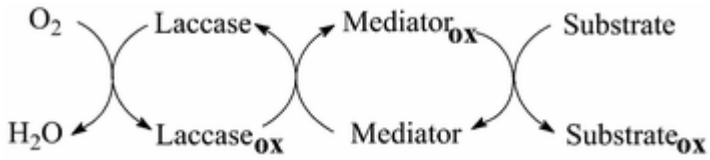


Fig. 1. Schematic representation of laccase-catalyzed redox cycle for substrate oxidation in the presence of chemical mediator.

Bioremediation

Bioremediation offers the possibility of destroying various contaminants using natural biological activity and, with its ease in handling and management, as well as its relatively low cost and the fact that it can often be carried out on site, bioremediation has become an attractive option that is widely accepted.

Bioprocesses involving microorganisms or enzymes as biocatalysts are cost-competitive technological options with attractive properties such as low energy requirements, easy process control and operability over a wide range of pHs, temperatures and ionic strengths (Torres E. et al., 2003). Among the bioprocesses developed, white rot fungi (WRF) and their lignin modifying enzymes (LMEs) have been successfully used for the treatment of several xenobiotics. They have been applied in bioremediation technologies for the treatment of PAHs, PCBs, pesticides and phenolic compounds in different environments (Torres E. et al., 2003; Pointing S.B., 2001).

Table 1: Application of laccase-mediated coupling reactions in environmental pollution control

Laccase: sources	Application/potential application	Substrates	References
Ceriporiopsis Subvermispora, Phanerochaete chrysosporium	Remediation of soils contaminated with pentachlorophenol	Pentachlorophenol and ferulic Acid	Ruttimann-J.C., Lamar R. T., 1996.
Trametes villosa	Removal of polluting azo dye (methyl orange)	Aromatic amine + catechol	Zille A. et al., 2005.
Rhizoctonia praticola	Detoxification of phenolic pollutants	Methyl phenols + syringic acid/chlorophenols + syringic acid, ferulic acid, vanillic acid, or guaiacol	Bollag J.M., 1992.
Trametes versicolor, Pycnoporus cinnabarinus, Pyricularia oryzae, Trametes villosa, Rhizoctonia praticola	Detoxification through dehalogenation of chlorinated phenols	Oxidative coupling of halogenated phenols/coupling halogenated phenols to soil organic matter	Schultz A. et al., 2001; Krastanov A., 2000; Michizoe J. et al. 2001; Shin-ya Y. et al., 2005; Ahn M. Y. et al., 2002.
Pleurotus ostreatus Rhizoctonia praticola	Removal of phenolic pollutants	Polymerisation of oxidized syringaldazine, o-dianisidine, and 2,6-dimethoxypheno	Hublik G., Schinner F., 2000.
Coriolus versicolor	Decolorization of phenolic effluents	Polymerisation and precipitation of phenol	Davis S., Burns R. G., 1992.
Trametes versicolor, Lentinula edodes	Removal and/or detoxification of phenolic wastes and other aromatic compounds	Mixture of phenolic compounds (possible coupling and polymerisation)	Canfora L. et al., 2008; D'Annibale A. et al., 2000; Lante A. et al., 2000; Minussi R.C. et al., 2007.
Rhizoctonia praticola, Trametes versicolor	Soil or wastewater decontamination	Guaiacol + 4 chloroaniline	Simmons K.E. et al., 1989.
Rhizoctonia praticola, Cerrena unicolor	Removal of chlorophenols from water effluent	Coniferyl alcohol + chlorinated phenols	Cho N.S. et al., 1999.
Coriolus versicolor	Removal of phenolic compounds in water	Phenol + 2,4-dichlorophenol	Kadhim H. et al., 1999.
Pyricularia oryzae	Removal of phenolic mixtures from wastewater	-Naphthol, 4-methoxyphenol, catechin (possible polymerisation)	Krastanov A., 2000.
Novozym 51003 from genetically modified Aspergillus spp., Rhizoctonia praticola	Removal of phenolic compounds from industrial effluents	Polymerisation of guaiacol, catechol and m-cresol	Shuttleworth K.L., Bollag J. M., 1986; Ko C.H., Chen S.S., 2008.
Clavariopsis aquatica, fungal strain coded as UHH 1-6-18-4; Coriolopsis polyzona, Trametes villosa, Pycnoporus coccineus, Coriolus (Trametes) versicolor, and Pleurotus ostreatus	Removal of endocrine disrupting chemicals from waste water	Bisphenol A, triclosan, nonylphenol, octylphenol, ethynylestradiol (Oligomerisation through oxidative coupling)	Cabana H. et al., 2009; Cabana H. et al., 2009; Diano N. et al., 2007; Iida Y. et al., 2002; Junghanns C. et al., 2005; Kim Y J., Nicell J. A., 2006; Michizoe J. et al. 2001;

			Modaressi K. et al., 2005; Tanaka T. et al., 2000; Uchida H. et al., 2001.
Trametes sp. Rhizoctonia praticola	Removal of phenolics from polluted aquatic systems	Cresol, xylenol (possible polymerisation)	Shin-ya Y. et al., 2005.
Rhizoctonia praticola	Wastewater treatment	Methoxy and methy substituted phenols (polymerisation and precipitation)	Shuttleworth K.L., Bollag J. M., 1986.
Trametes sp, Phanerochaete chrysosporium Pleurotus ostreatus	Pulp and paper mill Wastewater treatment	Adsobarble organic halides, lignin derivatives	Taseli B.K., 2007 Garg S.K. et al, 1999 Font X. et al 2003

The versatility of laccase in catalysing the coupling of molecules through a number of different covalent linkages (C–C; C–O; C–N), sometimes accompanied by partial demethylations and dehalogenations, is the basis for their potential use in environmental control. There are several reports that fungal laccases can degrade or polymerise environmental pollutants such as chlorophenol (Leontievsky A.A. et al., 2000), chlorinated hydroxyl biphenyl (Schultz A., et al.2001), bisphenol A (BPA) (Uchida H. et al., 2001) and nonyl-phenol (Tsutsumi Y. et al. 2001). Table 1 summarizes some reactions in which laccase-mediated coupling has been investigated, resulting in promising breakthroughs. The basis of applying coupling reactions in environmental control lies in the ability of polymerisation reactions to detoxify as well as prevent leaching of notoriously toxic and recalcitrant xenobiotics by immobilizing them. In soils, enzymatic coupling has opened a new avenue for binding natural and xenobiotic phenolics onto organic humic material.

Polycyclic aromatic hydrocarbons

Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) are a large group of xenobiotic pollutants that consist of benzene rings fused into various arrangements. It has been reported that PAHs accumulate in soils, sediments, and animals after their release into the environment and that they are hard to remediate because of their hydrophobicity (Brenner R.C. et al., 2002; Antizar-Ladislao B. et al., 2006). They have been implicated in many adverse effects on wildlife and human health. Some are reported to possess acute toxicity, as well as potential mutagenic and carcinogenic properties (Yu H.T., 2002). In order for bioremediation to be effective, organisms with PAH degrading enzymes, such as ligninolytic enzyme producers that in turn can convert the substrate(s) into non- or less toxic products, are required (Mollea C. et al., 2005; Wu Y., Luo Y. et al., 2008). White-rot fungi such as Phanerochaete chrysosporium, Pleurotus ostreatus, Trametes versicolor, and Bjerkandera sp. have been reported to be capable of degrading naturally occurring polymer lignin, and with their structural similarity to PAHs, these fungi are thus plausible candidates for PAHs' degradation (Hestbjerg H.P. et al., 2003). As a result of the low specificity of ligninolytic exoenzymes; laccase, manganese peroxidase, and lignin peroxidase, various strains of white-rot fungi are able to degrade complex aromatic compounds such as nitrobenzene, polychlorinated biphenyl compounds (PCBs), pentachlorophenol, and PAHs (Boopathy R., 2000; Kamei I. et al., 2006). However, PAHs' degradation rates of some white-rot fungi appear not to be correlated with the ligninolytic activities, suggesting that several other enzymatic mechanisms could be used by white-rot fungi to degrade PAHs (Mori T. et al., 2003).

Pesticides

Another interesting application of laccase enzyme is the biodegration of chlorophenols. Chlorophenols have been widely used in wood antisepsis, antirust production, fungicide and other pesticides for a long time, such as 2,4-dichlorophenol (2,4-DCP), which was largely used to produce herbicide of 2,4-D (Pandiyan T. et al., 2002). They have a strong denaturing effect on organisms, cause irritability to skin and mucous membrane, and causticity as well and may release a special odd smell, while the intoxicating concentrations of these compounds to aquatic organisms are a little higher than the threshold value of osphresis mostly, and several organisms may have toxicity once it is breathed in (Dietz F., Traud J., 1978). The toxicity of chlorophenols may increase with the increase of its chlorine atom, and what is more, its difficulty to be degraded by microorganisms also contributes to the toxicity (Chen Y.S., Zhuang Y.Y. et al., 1999). The removal methods of these pollutants have attracted much attention. Physical chemistry measures including adsorption, mixing coagulation, extraction and chemical measures such as photo-chemical oxidation, supersonic chemistry process, hydrogenolysis and radiolysis have been applied (Wei C.H., Jiao X.D. et al., 1998). The chlorophenols also undergo partial dechlorination with loss of chlorine ions from the aromatic carbons involved in the coupling reaction, reducing the toxicity of the chlorophenols (Dec J. et al., 2003). The results of a study by Dec and Bollag (Dec J., Bollag J.M., 1994) on the effect of laccase treatment on various

chlorophenols are shown in Table 2. Chlorophenols can also cross-couple and precipitate with other phenols present in wastewater, which may enhance their removal efficiency (Cho N.S. et al., 2007).

Table 2. Transformation (Tr) and dehalogenation (Cl) of chlorophenols by Trametes versicolor laccase and respective dehalogenation numbers (DN). no. of transformed substrate molecules per released chloride ion (%)

Chlorophenol	Tr (%)	Cl (%)	DN
2-Chlorophenol	43.0	4.3	10.0
4-Chlorophenol	16.0	0.8	20.0
3-Chlorophenol	29.4	11.1	2.6
2.4-Dichlorophenol	88.9	23.4	1.9
2,4,5-Trichlorophenol	5.1	0.7	2.4

Endocrine disrupting chemicals

Among pollutants with phenolic structure, a group, denominated endocrine disrupting chemicals (EDCs), has recently attracted particular attention. There is extensive scientific evidence available showing that low-dose man-made chemicals released into environmental matrices have the potential to modulate or disrupt the endocrine system of living organisms present in receiving ecosystems (Tyler C.R. et al., 1998). This growing environmental problem requires the development of (bio)processes capable of efficiently eliminating these endocrine disrupting chemicals (EDCs) and the associated hormonal disruptions (Cabana H. et al., 2007). The effects of these EDCs are believed to be due to their ability to act as a hormone agonist or antagonist and to disrupt the synthesis of endogenous hormones or hormone receptors. These EDCs are used in domestic and industrial applications as surfactants, like nonylphenol (NP) or as a broad spectrum antimicrobial such as Triclosan (TCS), and in the plastic industry like phthalic acid esters (PAEs) that are used as solvents in the formulation of polymers (PVC) and Bisphenol A (BPA) used as a raw material for the production of polycarbonates and epoxy resins .Highly efficient removal of EDCs in aqueous media and soil matrices has been achieved using both the free both the immobilized form of laccase with White Rot Fungi origin (Cabana H. et al., 2007).

Treatment of industrial wastewaters

The pulp and paper mill effluents entering water courses are characterized by biochemical oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD), suspended solids (SS), toxicity, and color . The effluents contain large amounts of pollutants originating from the different parts of the papermaking process, especially from pulping and bleaching. Pulping generates high-strength waste water rich in wood-based material while bleaching with chlorine-based chemicals produces highly toxic and xenobiotic chlorophenols and other organochlorines, most of which can be quantified as adsorbable organic halides (AOX).

To meet stringent environmental regulations, the wastewaters have to be treated before their discharge to the environment. Today, most pollutants are removed by biological (e.g., activated sludge processes, biological reactors, and fungal treatment) and physicochemical (e.g., sedimentation, flotation, adsorption, membrane filtration and chemical oxidation) treatments (Pokhrel D, Viraraghavan T., 2004). Laccase has been used for removing AOX from wood pulp bleaching effluents. Milstein et al. (Milstein O. et al., 1988) reduced AOX by 84% and 73% by laccase treatment of chlorination and extractions stage effluents, respectively. Most of the mono- and dichlorophenols were co-precipitated with the bleaching liquors. Forss et al. (Forss K. et al. 1989) aerated bleaching wastewater in the presence of laccase; the removal efficiency for various chlorophenols upon subsequent flocculation ranged from 86% to 99%.

Aside from chlorophenols, laccase can help remove non chlorinated wood-based phenols present in pulp and paper mill wastewaters. Recalcitrant lignans, lignin and lignin derivatives formed during the papermaking process impart a strong dark colour to black liquor and other spent pulping liquors and contribute significantly to their toxicity . Conventional microbial and physicochemical wastewater treatment operations to remove colour from spent pulping liquors before their discharge to water bodies are ineffective and/or expensive. However, the bulk of the non-chlorinated phenolic pollutants in mill wastewaters can be removed by relatively low-cost treatments with ligninolytic white-rot fungi (Garg S.K, Modi D.R., 1999) producing enzymes such as LiP and MnP in addition to or instead of laccase. In terms of mill wastewater treatment, the most widely investigated laccase producing fungus is *Trametes* (synonym: *Coriolus*) *versicolor* (Garg S.K, Modi D.R., 1999). In black liquor treatment with *T. versicolor*, Font et al. (Font X. et al, 2003) detected laccase activity but no LiP or MnP activities, suggesting that laccase may be largely responsible for the removal of phenols in mill effluents treated with *T. versicolor*.

A large amount of polyphenols are contained in the wastewater released from beer and distillery factories. Research by Yague et al. (Yague S. et al., 2000) found laccase produced by the white rot fungus *Coriolopsis*

gallica was capable of degrading polyphenols present in wastewater. Other research by Gonzalez et al. (Gonzalez T. et al., 2000) utilized laccase from *Trametes* sp. for the bioremediation of distillery wastewater generated from the ethanol production from the fermentation of sugar cane molasses with a high content of organic matter and an intense dark-brown color.
Laccase mediator system was also successfully applied in the treatment of paper mill effluent (Minussi R.C. et al., 2007) and detoxification of olive mill residue and its wastewater effluents (Minussi R.C. et al., 2007; Sampedro I. et al., 2009).
Regarding the removal of dyes from industrial effluents, Government legislation is becoming more and more stringent, especially in the more developed countries because several dyes are made known carcinogens such as benzidine and other aromatic compounds. Existing processes to treat dye wastewater are ineffective and not economical. Actually, the development of processes based on laccases seems an attractive solution due to their potential in degrading dyes of diverse chemical structure (Hou H. et al., 2004), including synthetic dyes currently employed in the industry (Rodríguez Couto S. et al., 2004 a; Rodríguez Couto S. et al., 2005).
Decolorization of dye effluent from textile and dyestuff industries is one of the most promising applications of wastewater treatment by laccase. Successful laboratory-scale experiments were achieved mostly with immobilized or free enzyme in artificial wastewater (Hou H. et al., 2004; Mohorcic M. et al., 2006; Selvam K. et al., 2003). However, application to real dye-laden wastewater continues to be a challenging venture, as these effluents also contain some pesticides, heavy metals and pigments (Zouari-Mechichi H. et al., 2006) that might inhibit the treatment process.
The report by Dellamatrice (Dellamatrice P.M. et al., 2005) describes a sludge and wastewater treatment by fungi producing laccase. In this case, the effluent originated from a municipal treatment plant (Brazil) and comprised both domestic (25%) and textile (75%) effluent. Two fungi were used in this study: Pleurotus sajor-caju and P.ostreatus. P. sajor-caju was able to decolorize the sludge, but biotreatment did not decrease its toxicity. The sludge contained toxic compounds adsorbed on solid particles, and partial degradation of these particles by fungi increased the toxicity and metal concentration of the soluble extract from the sludge. Nevertheless, fungal treatment slightly reduced the toxicity of the effluent. Although P. ostreatus produced laccase and manganese peroxidise in the sludge, no sludge decolorization was observed, which showed that the production of these enzymes was not necessarily sufficient for decolorization, and that other factors were also involved. Some wastewaters may not support adequate growth of the fungus as they may be pre-loaded with inhibiting and toxic pollutants. The difficulty of growing organisms in a hostile medium can be bypassed only by using higher loads of purified enzyme. Enzymatic treatment could also be used prior to biological treatment to remove specific chemicals.
Partial decolorization of two azo dyes (orange G and amaranth) and complete decolorization of two triphenylmethane dyes (bromophenol blue and malachite green) was achieved by cultures of Pycnoporus sanguineus producing laccase as the sole phenoloxidase (Pointing S.B., Vrijmoed L.L.P., 2000). The fungus was grown in submerged liquid cultures. Enzyme production was correlated with dye decolorization, and adsorption of dye to mycelia accounted for less than 3% of dye removal.
Trametes hirsuta, and a laccase purified from the fungus, were able to degrade triarylmethane, indigoid, azo, and athraquinonic dyes used in dyeing textiles (Abadulla E. et al., 2000) as well as 23 industrial dyes (Rodriguez E. et al., 1999). Immobilization of the T. hirsute on alumina (Abadulla E. et al., 2000) enhanced the thermal stabilities of the enzyme and its tolerance against inhibitors such as halides, copper chelators, and dyeing additives (Abadulla E. et al., 2000). Treatment of the dyes with immobilized laccase reduced their toxicity by up to 80% based on oxygen consumption rate of Pseudomonas putida. Textile effluents decolorized with immobilized laccase could be used for dyeing, and acceptable colour differences were measured for most dyes.

Conclusions

This review has shown that laccase is a promising enzyme with a great potential application in bioremediation. Its versatility makes the laccase the best candidate to improve pollution control efficiency without high investment costs and has advantage of being a mild technology, infact laccase or laccase-mediator system do provide alternative, environmentally friendly, oxidation methods that can be used to replace a host of traditional chemical oxidations for a wide range of substrates.
The applications reviewed here may offer a green alternative to the current physicochemical methods which are environmentally unfriendly, costly and less specific.
However, commercialisation of the various processes demonstrated will only be achieved when the costs of producing large stocks of more active and stable enzymes, the cost of redox mediators which are

environmentally friendly, and the cost of scaling up processes to industrial levels, are reduced. Marked progress has been made over the last years to solve these problems.
With plethora of applications in bioremediation, laccase certainly has important role to play in green industry processing. In conclusion, laccase is a exceptionally versatile enzyme, catalyzing one basic reaction from which all its activities originate. It is ubiquitous, being distributed in all domains of life and more investigations are needed for a better understanding of its physiological importance and to further define its great biotechnological potential.

References

Abadulla E., Tzanov T., Costa S., Robra K.H., Cavaco P.A., Guebitz G.M., "Decolorization and detoxification of textile dyes with a laccase from Trametes hirsuta", Applied Environmental Microbiology, 66, 3357–3362, 2000.

Ahn M.Y., Dec J., Kim J.E., Bollag J.M., "Treatment of 2,4-dichlorophenol polluted soil with free and immobilized laccase", Journal of Environmental Quality, 31, 1509–1515, 2002.

Antizar-Ladislao B., Lopez-Real J.M., Beck A.J., "Bioremediation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in an aged coal–tar-contaminated soil using different in-vessel composting approaches", Journal of Hazardous Material, 137, 1583–1588, 2006.

Baldrian P.,"Fungal laccases – occurrence and properties", FEMS Microbiology Letters, 30, 215–242, 2006.

Boopathy R., "Bioremediation of explosives contaminated soil international", Biodeterioration and Biodegradation, 46, 29–36, 2000.

Brenner R.C., Magar V.S., Ickes J.A., Abbott J.E., Stout S.A., Crecelius E.A., Bingler L.S., "Characterization and fate of PAH-contaminated sediments at the Wyckoff/Eagle Harbor superfund site", Environmental Science and Technology, 36, 2605–2613, 2002.

Bollag J. M., "Decontamination of soil with enzymes", Environmental Science and Technology, 26 (10), 1876–1881, 1992.

Brijwani K., Rigdon A., Vadlani P.V.,"Fungal Laccases: production, function, and applications in food processing", Enzyme Research, 1-10, 2010.

Cabana H., Alexandre C., Agathos S.N., Jones J.P. "Immobilization of laccase from the white rot fungus Coriolopsis polyzona and use of the immobilized biocatalyst for the continuous elimination of endocrine disrupting chemicals", Bioresource Technology, 100 (14), 3447–3458, 2009.

Cabana H., Jones J.P., Agathos S.N., "Elimination of Endocrine Disrupting Chemicals using White Rot Fungi and their Lignin Modifying Enzymes: A Review", Engineering Life Science, 7, 429–456, 2007.

Cabana H., Jones J.P., Agathos S.N., "Utilization of cross-linked laccase aggregates in a perfusion basket reactor for the continuous elimination of endocrine disrupting chemicals", Biotechnology and Bioengineering, 102, 1582–1592, 2009.

Canfora L., Iamarino G., Rao M.A., Gianfreda L., "Oxidative transformation of natural and synthetic phenolic mixtures by Trametes versicolor Laccase", Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56, 1398 – 1407, 2008.

Chen Y.S., Zhuang Y Y., Dai S.G., Cai B L., "Isolation and characterization of bacteria degrades 2,4-dischlorphenol", Acta Scientiae Circumstantiae, 19 (1), 28–32, 1999.

Cho N.S., Jarosz-Wilkolazka A., Cho H.Y., Leonowicz A., Ohga S., "Removal of chlorophenols by fungal laccase in the presence of aromatic alcohols", Journal Fac Agric Kyushu Univ, 52, 23–27, 2007.

Cho N.S., Rogalski J., Jaszek M., Luterek J., Wojtas-Wasilewska M., Malarczyk E., "Effect of coniferyl alcohol addition on removal of chlorophenols from water effluent by fungal laccase", Journal of Wood Science, 45, 174–178, 1999.

Claus H., "Laccases and their occurrence in prokaryotes", Archives in Microbiology, 179, 145–150, 2003.

D'Annibale A., Stazi S. R., Vinciguerra V., Sermanni G.G., "Oxirane-immobilized Lentinula edodes laccase: stability and phenolics removal efficiency in olive mill wastewater", Journal of Biotechnology, 77, 265–273, 2000.

Davis S., Burns R.G., "Covalent immobilization of laccase on activated carbon for phenolic effluent treatment", Applied Microbiology and Biotechnology, 37, 474–479, 1992.

Dec J., Bollag J.M., "Dehalogenation of chlorinated phenols during oxidative coupling", Environmental Science and Technology, 28, 484–490, 1994.

Dec J., Haider K., Bollag J.M., "Release of substituents from phenolic compounds during oxidative coupling reactions", Chemosphere, 52, 549–556, 2003.

Dellamatrice P.M., Monteiro R.T.R., Kamida H.M., Nogueira N.L., Rossi, M.L., Blaise C., "Decolourization of municipal effluent and sludge by Pleurotus sajorcaju and Pleurotus ostreatus", Applied Microbiology and Biotechnology, 21, 1363–1369, 2005.

Diano N., Grano V., Fraconte L., Caputo P., Ricupito A., Attanasio A., "Non-isothermal bioreactors in enzymatic remediation of waters polluted by endocrine disruptors: BPA as a model of pollutant", Applied Catalysis B: Environmental, 69, 252–261, 2007.

Dietz F., Traud J., "Odor and taste threshold concentrations of phenolic compounds, Gas Wasserfach", Wasser Abwasser, 119 (6), 318–325, 1978.

Font X., Caminal G., Gabarrell X., Romero S., Vicent M.T., "Black liquor detoxification by laccase of *Trametes versicolor* pellets", Journal of Chemical Technology and Biotechnology, 78, 548–554, 2003.

Forss K., Jokinen K., Savolainen M., Wiliamson H., "Utilization of enzyme for effluent treatment in the pulp and paper industry", Paper Puu, 71, 1108-1112, 1989.

Garg S.K., Modi D.R., "Decolorization of pulp-paper mill effluents by whiterot fungi", Critical reviews in Biotechnology, 19, 85–112, 1999.

Gelo, P.M., Kim, H.H., Butlin, N.G., Palmore, G.T.R., "Electrochemical studies of a truncated laccase produced in Pichia pastoris", Applied and Environmental Microbiology, 65, 5515–5521, 1999.

Gonzalez T., Terron M.C., Yague S., Zapico E., Galletti G.C., Gonzalez A.E., "Pyrolysis/gas chromatography/mass spectrometry monitoring of fungal- biotreated distillery wastewater using Trametes sp. I-62 (CECT 20197)", Rapid Communications in Mass Spectrometry, 14, 1417–1424, 2000.

Hestbjerg H.P., Willumsen A., Christensen M., Andersen O., Jacobsen C.S., "Bioaugmentation of tar-contaminated soils under field conditions using Pleurotus ostreatus refuse from commercial mushroom production", Environmental Toxicology and Chemistry, 22, 692–698, 2003.

Hou H., Zhou J., Wang J., Du C., Yan B., "Enhancement of laccase production by Pleurotus ostreatus and its use for the

decolorization of anthraquinone dye", Process Biochemistry, 39, 1415–1419, 2004.
Hublik G., Schinner F., "Characterization and immobilization of the laccase from Pleurotus ostreatus and its use for the continuous elimination of phenolic pollutants", Enzyme and Microbial Technology, 27(3–5), 330–336, 2000.
Iida Y., Kikuchi T., Morii T., Satoh I., "Bioconversion of bisphenol A by immobilized laccase column in combination with an electrolytic device", Chemical Senses, 18, 127–129, 2002.
Junghanns C., Moeder M., Krauss G., Martin C., Schlosser D., "Degradation of the xenoestrogen nonylphenol by aquatic fungi and their laccases", Microbiology, 151, 45–57, 2005.
Kadhim H., Graham C., Barrat P., Evans C.S., Rastall R.A., "Removal of phenolic compounds in water using Coriolus versicolor grown on wheat bran", Enzyme and Microbial Technology , 24, 303–307, 1999.
Kamei I., Kogura R., Kondo R., "Metabolism of 4,40-dichlorobiphenyl by white-rot fungi Phanerochaete chrysosporium and Phanerochaete sp. MZ142", Applied Microbiology and Biotechnology, 72, 566–575, 2006.
Kim Y.J., Nicell J.A., "Impact of reaction conditions on the laccase-catalyzed conversion of bisphenol A", Bioresource Technology , 97, 1431–1442, 2006.
Ko C.H., Chen S.S., "Enhanced removal of three phenols by laccase polymerization with MF/UF membranes", Bioresource Technology , 99, 2293–2298, 2008.
Kramer K.J., Kanost M.R., Hopkins T.L., Jiang H., Zhu Y.C., Xu R., "Oxidative conjugation of catechols with proteins in insect skeletal systems", Tetrahedron, 57 (2), 385-392, 2001.
Krastanov A., "Removal of phenols from mixtures by coimmobilized laccase/tyrosinase and polyclar adsorption.", Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology , 24, 383–388, 2000.
Lante A., Crapisi A., Krastanov A., Spettoli P., "Biodegradation of phenols by laccase immobilised in a membrane reactor", Process Biochemistry, 36(1–2), 51–58, 2000.
Leontievsky A.A., Myasoedova N.M., Baskonov B.P., Golovleva L.A., Evans C.S. "Transformation of 2,4,6-trichlorophenol by the white rot fungi Panus tigrinus and Coriolus versicolor", Biodegradation, 11(5), 331–340, 2000.
Michizoe J., Goto M., Furusaki S., "Catalytic activity of laccase hosted in reversed micelles", Journal of Bioscience and Bioengineering , 92, 67–71, 2001.
Milstein O., Haars A., Majcherczyk A., Trojanowski J., Tautz D., Zanker H., "Removal of chlorophenols and chlorolignins from bleaching effluent by combined chemical and biological treatment", Water Science and Technology, 20, 161–170, 1988.
Minussi R.C., Miranda M.A., Silva J.A., Ferreira C.V., Aoyama H., Marangoni S., "Purification, characterization and application of laccase from Trametes versicolor for colour and phenolic removal of olive mill wastewater in the presence of 1-hydroxybenzotriazole", African Journal of Biotechnology, 6, 1248–1254, 2007.
Minussi R.C., Pastore M.G., Duran N., "Laccase induction in fungi and laccase/N-OH mediator systems applied in paper mill effluent", Bioresource Technology, 98, 158–164, 2007.
Modaressi K., Taylor K.E., Bewtra J.K., Biswas N., "Laccase-catalyzed removal of bisphenol-A from water: protective effect of PEG on enzyme activity", Water Research, 39, 4309–4316, 2005.
Mohorcic M., Teodorovic S., Golob V., Friedrich J., "Fungal and enzymatic decolourisation of artificial textile dye baths", Chemosphere, 63, 1709–1717, 2006.
Mollea C., Bosco F., Ruggeri R., "Fungal biodegradation of naphthalene: microcosms studies", Chemosphere, 60, 636–643, 2005.
Mori T., Kitano S., Kondo R., "Biodegradation of chloronaphthalenes and polycyclic aromatic hydrocarbons by the white-rot fungus Phlebia lindtneri", Applied Microbiology and Biotechnology, 61, 380–383, 2003.
Pandiyan T., Rivas O.M., Martinez J.O., Amezcua G.B., Martinez-Carrillo M.A., "Comparison of methods for the photochemical degradation of chlorophenols", Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry, 146 (3), 149–155, 2002.
Pointing S.B., "Feasibility of bioremediation by white-rot fungi", Applied Microbiologycal Biotechnology, 57, 20–33, 2001.
Pointing S.B., Vrijmoed L.L.P.," Decolorization of azo and triphenylmethane dyes by Pycnoporus sanguineus producing laccase as the sole phenoloxidase", World Journal of Microbiology and Biotechnology, 16, 317–318, 2000.
Pokhrel D., Viraraghavan T., "Treatment of pulp and paper mill wastewater—a review", Science of the Total Environment, 333, 37–58, 2004.
Rodríguez Couto S., Hofer D., Sanromán M.A., Gübitz G.M., "Production of laccase by Trametes hirsuta grown in an immersion bioreactor. Application to decolourisation of dyes from a leather factory", English Life Science, 4, 233–238, 2004 a.
Rodríguez Couto S., Sanromán M.A., Gübitz G.M., "Influence of redox mediators and metal ions on synthetic acid dye decolourization by crude laccase from Trametes hirsuta", Chemosphere, 58, 417–422, 2005.
Rodriguez E., Pickard M.A., Vazquez D.R., "Industrial dye decolorization by laccases from ligninolytic fungi", Current Microbiology, 38, 27–32, 1999.
Ruttimann-Johnson C., Lamar R.T., "Polymerization of pentachlorophenol and ferulic acid by fungal extracellular lignin-degrading enzymes", Applied and Environmental Microbiology, 62, 3890–3893, 1996.
Sampedro I., Cajthaml T., Marinari S., Petruccioli M., Grego S., D'Annibale A. "Organic matter transformation and detoxification in dry olive mill residue by the saprophytic fungus Paecilomyces farinosus", Process Biochemistry, 44, 216–225, 2009.
Schultz A., Jonas U., Hammer E., Schauer F., "Dehalogenation of chlorinated hydroxybiphenyls by fungal laccase", Applied and Environmental Microbiology, 67(9), 4377– 4381, 2001.
Selvam K., Swaminathan K., Chae K.S., "Decolourization of azo dyes and a dye industry effluent by a white rot fungus Thelephora sp.", Bioresource and Technology, 88, 115–119, 2003.
Shin-ya Y., Aye H.N., Hong K.J., Kajiuchi T., "Efficacy of amphiphile-modified laccase in enzymatic oxidation and removal of phenolics in aqueous solution", Enzyme and Microbial Technology, 36, 147–152, 2005.
Shuttleworth K.L., Bollag J.M., "Soluble and immobilized laccase as catalysts for the transformation of substituted phenols", Enzyme and Microbial Technology, 8, 171–177, 1986.
Simmons K.E., Minard R.D., Bollag J.M., "Oxidative co-oligomerization of guaiacol and 4-chloroaniline", Environmental Science and Technology, 23 (1), 115–121, 1989.
Tanaka T., Yamada K., Tonosaki T., Konishi T., Goto H., Taniguchi M., "Enzymatic degradation of alkylphenols, bisphenol A, synthetic estrogen and phthalic ester", Water Science and Technology, 42 (7–8), 89–95, 2000.
Torres E., Bustos-Jaimes I., Le Borgne S., "Potential use of oxidative enzymes for the detoxification of organic pollutants", Applied Catalysis B-Environmental, 46, 1–15, 2003.

Tyler C.R., Jobling S., Sumpter J.P., “Endocrine disruption in wildlife: a critical review of the evidence”, Critical Reviews Toxicology, 28, 319–361, 1998.
Uchida H., Fukuda T., Miyamoto H., Kawabata T., Suzuki M., Uwajima T., “Polymerization of bisphenol A by purified laccase from Trametes villosa”, Biochemical and Biophysical Research Communications, 287, 355–358, 2001.
Tsutsumi Y., Haneda T., Nishida T., “Removal of estrogenic activities of bisphenol A and nonylphenol by oxidative enzymes from lignin-degrading basidiomycetes”, Chemosphere, 42, 271–276, 2001.
Wei C.H., Jiao X.D., Chen H.Q., “ Advances on the treatments of biorefractory poisonous organic pollutants in wastewater”, Changing Environmental Science, 20 (4), 22–27, 1998.
Wong, Y., Yu, J., “Laccase-catalyzed decolorization of synthetic dyes”, Water Research, 33, 3512–3520, 1999.
Wu Y., Luo Y., Zou D., Ni J., Liu W., Teng Y., Li Z., “Bioremediation of polycyclic aromatic hydrocarbons contaminated soil with Monilinia sp.: degradation and microbial community analysis”, Biodegradation, 19, 247–257, 2008.
Yague S., Terron M.C., Gonzalez T., “Biotreatment of tannin-rich beer-factory wastewater with white-rot basidiomycete Coriolopsis gallica monitored by pyrolysis/gas chromatography/mass spectrometry”, Rapid Communications in Mass Spectrometry, 14, 905–910, 2000.
Yoshida H., “Chemistry of Lacquer (Urishi) part 1.,” Journal of Chemistry Society, 43, 472–486, 1883.
Yu H.T., “Environmental carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons: photochemistry and phototoxicity”. Journal of Environmental Science and Health, 20, 149–183, 2002.
Zille A., Munteanu F.D., Gubitz G.M., Cavaco-Paulo A., “Laccase kinetics of degradation and coupling reactions”, Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic, 33(1–2), 23–28, 2005.

IL LENTO RIORDINO DEI SERVIZI IDRICI NEL MEZZOGIORNO

Maria Valletrisco, Federica de Marco, Giancarlo Palumbo
Dipartimento APESLPT, Sezione di Scienze Merceologiche, Università Federico II,
via Cinthia 26, 80126, Napoli
e-mail: valletri@unina.it

Riassunto

L'avvento del D.L. n. 135 del 2009 (art.15- Adeguamento alla disciplina comunitaria in materia di servizi pubblici locali di rilevanza economica) ha sancito il definitivo abbandono della gestione pubblica in materia di risorse idriche, istituendo la liberalizzazione dei servizi pubblici, compresa la fornitura di acqua potabile. E ciò non solo ha scompaginato la legislazione esistente ma ha anche trovato impreparati i cittadini, abituati alla fornitura pubblica del servizio e comunque insoddisfatti. Gli autori prendono in esame situazioni locali che mettono in evidenza, nel Mezzogiorno, la disastrosa situazione dei servizi idrici caratterizzata da una generale insoddisfazione della popolazione, sia in termini di qualità che di quantità della risorsa, e da investimenti non sempre sufficienti rispetto alle esigenze individuate nel territorio.

Introduzione

L'acqua è un elemento fondamentale ed indispensabile che ha sempre condizionato la storia e lo sviluppo delle civiltà passate e presenti; ha prodotto benessere e provocato guerre.
Soprattutto oggi l'acqua coinvolge un articolato sistema associativo, interessa sia il settore pubblico che quello privato ed è sempre presente in tutti i documenti di programmazione economica delle Amministrazioni centrali, territoriali e locali.
Enormi sono quindi gli interessi economici e imprenditoriali in ballo, sia per l'esigenza di soddisfare i bisogni della comunità, ma anche per gli investimenti connessi all'ammodernamento delle reti e ai nuovi assetti organizzativi.
Per quanto riguarda sistema idrico italiano, questo è dotato di infrastrutture obsolete e datate soprattutto nel sud del paese, dove è urgente un profondo rinnovamento. Monitorando la penisola, poi, si incontra una enorme disomogeneità del sistema gestionale: gestori comunali, grandi aziende multiservizi, società regionali, aziende quotate in borsa e quindi… tantissima confusione!
Tutta questa realtà ha posto il problema di un riordino anche al fine di rilanciare la competitività del sistema; competitività che, se correttamente e pienamente realizzata, potrà dare coerenza negli assetti societari pubblici, privati e misti.

Evoluzione storica della normativa

Fino a metà degli anni 1990 i servizi idrici italiani presentavano numerose manchevolezze, dal momento che circa la metà della popolazione, con punte fino al 70% nel sud, soffriva di discontinuità nell'erogazione dell'acqua potabile e non era servita dalla rete fognaria.
L'attenzione da parte dei legislatori nei confronti del settore idrico è stata una costante nel corso della storia del nostro Paese come dimostra la tabella sinottica.

NORMATIVA	OBIETTIVI
Testo Unico del 1933	Riordinare il sistema delle concessioni delle acque pubbliche
Piano Nazionale degli Acquedotti del 1962	Assicurare l'acqua potabile ad agglomerati urbani sempre più estesi
Legge 10 maggio 1976, n. 319 "Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento" (legge Merli)	Strutturare il controllo degli scarichi e ridurre l'impatto ambientale degli scarichi urbani ed industriali
Legge 18 maggio 1989, n.183 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo"	La difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico pur salvaguardando l'ambiente

Ma è la legge n. 36 del 5 gennaio 1994, "legge Galli", ad occupare un posto fondamentale nel processo di riforma del comparto "acqua", soprattutto del nostro Mezzogiorno, dettando disposizioni relative al superamento della frammentazione gestionale che contraddistingueva l'organizzazione precedente, suddividendo le responsabilità sui vari territori e definendo le priorità di intervento nelle infrastrutture, sempre con l'intento di attirare capitali privati, per molti l'unica vera soluzione per rendere il settore competitivo.

Gli aspetti fondamentali della legge sono:

- salvaguardare tutte le acque (sotterranee e superficiali) e sottolineare l'affermazione dell'uso primario dell'acqua per il consumo umano;
- superare l'eccessiva frammentazione gestionale, causa di disfunzioni e sprechi, al fine di modernizzare e industrializzare il servizio idrico;
- migliorare la qualità del servizio idropotabile offerto agli utenti;
- tutelare l'integrità ambientale.

Le principali novità, considerando anche il contesto storico in cui nasce la legge Galli sono: l'integrazione territoriale, al fine di raggiungere una dimensione efficiente mediante l'individuazione e la definizione, da parte dei Comuni e delle Province, degli Ambiti Territoriali Ottimali (ATO) nei quali riorganizzare la gestione dei servizi; l'integrazione funzionale delle diverse attività del ciclo dell' acqua, dalla captazione allo smaltimento e la creazione di un organo di supervisione indipendente, il Comitato di Vigilanza sull'uso delle Risorse Idriche (COVIRI).

Il legislatore ha adottato il principio della sussidiarietà nell'organizzazione del sistema idrico, affidando agli organi centrali dello stato i compiti di indirizzo generale, di programmazione e controllo, delegando, invece, alle Regioni e agli Enti Locali la responsabilità di definire e di adottare soluzioni e modelli di organizzazione più adatti alle specifiche realtà territoriali.

Secondo la legge, dunque, il COVIRI deve, a livello centrale, scegliere il criterio uniforme per la definizione delle tariffe da applicare per coprire i costi specificatamente individuati e disciplinare le modalità di affidamento del sistema idrico integrato. A livello locale, invece, le Regioni hanno il compito di approvare le norme di attuazione e di adottare una convenzione tipo per disciplinare i rapporti tra gli enti locali e i soggetti Gestori; le Autorità d'Ambito devono invece effettuare la ricognizione delle opere preesistenti nonché eseguire con frequenza triennale la revisione del Piano ridefinendo il sistema tariffario.

A livello Comunitario, fino alla fine del secolo scorso, la preoccupazione principale della politica europea riguardava le caratteristiche qualitative della risorsa acqua; erano invece ignorate le questioni quantitative.

La direttiva 60/2000 CE "Quadro sulle Acque" rappresenta una svolta decisiva nella politica comunitaria sulle acque per l'introduzione, finalmente, dell'elemento "quantità". Gli obiettivi principali della Direttiva si agganciano a quelli della politica ambientale della comunità mirando ad "un indirizzo idrico sostenibile fondato sulla protezione a lungo termine delle risorse idriche disponibili".

Risultano due gli aspetti fondamentali da considerare: da un lato la salvaguardia, la tutela e il miglioramento della qualità dell'ambiente idrico e la riduzione, soprattutto alla fonte, dei danni causati all'ambiente; dall'altro, l'utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali e la opportuna considerazione del valore sociale ed economico dell'acqua nonché la necessità di tutelare, a un prezzo accessibile, l'ambiente.

La Direttiva, inoltre, pone l'accento sul principio per il quale la risorsa deve essere in grado di soddisfare il maggior numero di funzioni ambientali senza sacrificare la sua riproducibilità nel lungo termine e senza pregiudicare quegli usi ritenuti meritevoli di tutela, come quello idropotabile. La politica idrica comunitaria ha ribadito con forza, anche l'importanza dell'applicazione di un principio di efficienza economica. Tale principio consentirebbe di quantificare in maniera opportuna le risorse pubbliche da investire per realizzare

opere e servizi, effettuando sempre un confronto tra il costo sociale dei servizi con i benefici corrispondenti alle diverse funzioni ambientali. Nell'ambito di questi aspetti economici e finanziari la Direttiva introduce il principio cardine del Full Cost Recovery (FCR) secondo il quale è necessario perseguire un adeguato recupero dei costi attraverso le tariffe, senza però impedire l'utilizzo anche di fondi pubblici per finanziare opere e interventi nel settore idrico.
I fondi pubblici che hanno da sempre sostenuto lo sviluppo del comparto si stanno però riducendo, pertanto, è necessario l'adeguamento a quanto previsto dalla Direttiva 2000/60 UE e cioè passare da un sistema che si basa principalmente sulla finanza pubblica a un sistema a carattere industriale, finanziato principalmente da risorse private. La privatizzazione, però, non è da tutti considerata vantaggiosa e contro la stessa si sono mosse, soprattutto nel sud, ma in particolare modo in Campania, numerose organizzazioni, per lo più di ambientalisti, che temono che questo importante bene pubblico, l'acqua, non sia più garantito come diritto di tutti i cittadini e diventi meno accessibile da un punto di vista tariffario.

Le difficoltà nell'applicazione della riforma

A distanza di 16 anni dalla sua approvazione, però, nel Mezzogiorno, la legge Galli non ha trovato terreno fertile e l'iter di attivazione della Riforma ha incontrato molteplici difficoltà, pertanto persistono squilibri territoriali, frammentazione gestionale, diffuse carenze infrastrutturali e inadeguatezze nella qualità dei servizi offerti. In larga parte i problemi sono dovuti alla lunga fase di incertezza normativa che ha caratterizzato l'intero comparto dei servizi pubblici locali e che ha, di fatto, scoraggiato gli operatori del settore ad impegnarsi in programmi di lungo termine, favorendo invece le posizioni acquisite dei gestori preesistenti. D'altro canto i disagi sono in larga parte riconducibili a limiti interni all'architettura stessa della riforma, in quanto, ad esempio, se da un lato i comuni, come parti costituenti delle ATO, hanno il compito di controllare il gestore e dall'altro rappresentano anche il "controllato" (nei casi di affidamenti a società miste o a imprese interamente pubbliche), si può verificare una sovrapposizione di ruoli e la creazione di segnali distorti e contraddittori per il management. Alcuni piani elaborati, poi, hanno programmi d'investimento particolarmente ambiziosi e, a conti fatti, difficilmente realizzabili.
Un altro aspetto della legge Galli da tener presente è la tariffa. I criteri tariffari previsti risultano molto astratti e poco rispondenti alle specifiche situazioni, non garantendo la sostenibilità economica dei piani d'ambito; i nuovi livelli tariffari non sono stati fedelmente adottati a causa di una diffusa reticenza degli Enti Locali ad attuare gli aumenti delle tariffe nei limiti consentiti. Per buona parte dei cittadini italiani l'acqua è considerata un bene primario e come tale recante un diritto ad approvvigionarsene senza, magari, pagare un corrispettivo equo.

La privatizzazione

Fino ad alcuni anni fa si riteneva che la gestione di alcuni servizi collettivi affidata al pubblico piuttosto che al privato garantisse di:

- evitare la formazione di monopoli privati, che fornirebbero un servizio di pubblica utilità ma a tariffe più elevate del suo prezzo di mercato;
- garantire la gestione di tali servizi in tutto il territorio nazionale, anche in zone poco popolose o economicamente depresse;
- assicurare all'erario delle entrate, a volte anche cospicue, attraverso la gestione di attività in regime di monopolio.

L'Italia, come tanti altri paesi del mondo, sta cercando di intraprendere il percorso della privatizzazione: nel 2008 il governo ha approvato l'art. 23 bis del decreto legge 112, il quale prevede:

- "*il conferimento della gestione dei servizi pubblici locali avviene, in via ordinaria, a favore di imprenditori o di società in qualunque forma costituite[…]"*
- *"ferma restando la proprietà pubblica delle reti, la loro gestione può essere affidata a soggetti privati[…]"*
- *"questo riguarda tutti i servizi pubblici locali di rilevanza economica in materia di rifiuti, trasporti, energia e gas, nonché in materia di acqua".*

Da qui emerge una forte presa di posizione da parte dello Stato nei confronti della privatizzazione nella gestione dei servizi idrici sulla base del fatto che le aziende private, in regime di concorrenza, riescono a gestire un servizio con maggiore efficienza di un operatore pubblico. Mentre le prime, infatti, si pongono obbiettivi economici che portano indirettamente all'efficienza produttiva, il secondo, non avendo grandi interessi diretti di profitto, non minimizza i costi e non essendo proprietario d'impresa non ha alcun interesse

ad effettuare investimenti. D'altro canto, però, se il mercato non è competitivo le imprese private possono anche avere una performance peggiore di quelle pubbliche, perché non hanno bisogno di correre rischi che potrebbero portarle al fallimento.
Volendo fare un'attenta analisi della situazione attuale italiana, le forme di gestione individuate nelle varie realtà territoriali sono diverse:

- *gestione in economia:* affidata ad un organo del Comune non autonomo dal punto di vista patrimoniale e finanziario con ridotta autonomia gestionale e tendente a scomparire con la legge Galli;
- *concessione a terzi:* affidata ad un'azienda privata, concessionaria in esclusiva della gestione, l'ente pubblico continua a detenere la titolarità del servizio;
- *azienda municipalizzata:* gestita da un organo del Comune privo di personalità giuridica e di autonomia imprenditoriale e destinata a trasformarsi in S.p.A. con la legge Galli;
- *azienda consorziale:* gestita da un insieme di Comuni o di aziende municipalizzate;
- *enti di Diritto Pubblico:* gestiti da organi che non fanno capo ai Comuni, che dipendono da leggi speciali e che non hanno autonomia imprenditoriale.

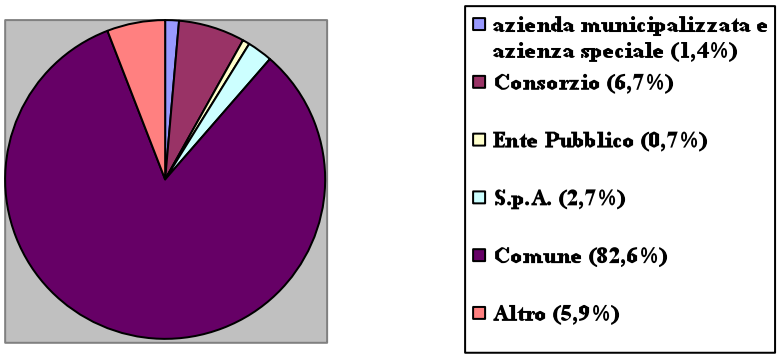


Figura 1 - Forme gestionali in Italia al 2004 (ISTAT, 2004)

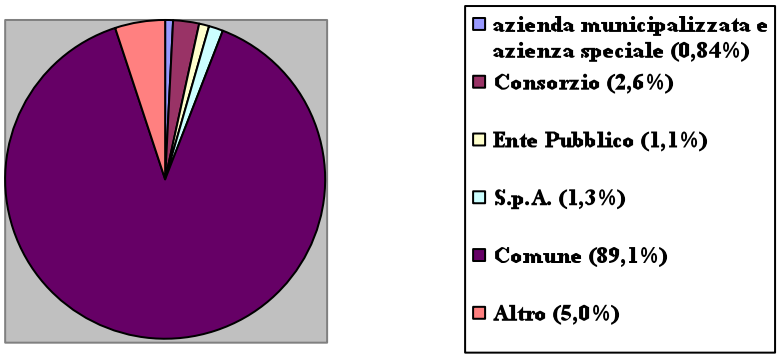


Figura 2 - Forme gestionali nel Mezzogiorno al 2004 (ISTAT, 2004)

Esempi di forme gestionali nel Mezzogiorno

Uno spaccato comunale: San Nicola la Strada

Una situazione davvero frastagliata sotto il profilo gestionale si può ritrovare a San Nicola la Strada, un paese di 20500 abitanti in 4.7 km ^{2}, in provincia di Caserta. Prima del 1998 la domanda idrica di questo Comune poteva essere soddisfatta da un unico pozzo comunale, tuttora esistente, della capacità di 20 litri al secondo, interrato e composto da una vasca di decantazione in cui è raccolta l'acqua attinta a 120 metri di

profondità; il servizio era prima di competenza della "Cassa per opere straordinarie di pubblico interesse nell'Italia Meridionale" della Regione Campania e successivamente del "Servizio Acqua e Acquedotti".
In seguito, per tenere a bada la crescente domanda del servizio idrico, la Regione ha affidato la gestione del comparto acqua ad una società chiamata Acqua Campania S.p.A. con il compito anche di realizzare le infrastrutture necessarie per consentire alla Regione stessa di collocarsi ai livelli delle aree europee più progredite, in termini di soddisfazione del fabbisogno idrico. Nella parte Nord del paese confinante con il capoluogo, invece, il servizio idrico è stato affidato alla Napoletana Gas S.p.A., concessionaria del servizio di distribuzione anche del gas in 128 Comuni della Campania, tra cui Napoli, Benevento e la stessa Caserta. Tre gestori per uno stesso Comune sono indubbiamente troppi anche perché tale frammentazione gestionale comporta disservizi per i cittadini che attualmente sono più che mai disorientati (Di Tommaso R., 2008/2009).

Valle di Maddaloni e il paradosso dell'acquedotto Carolino

Valle è un paese di circa 3000 abitanti della provincia di Caserta, situato a 156 metri s.l.m. sulle colline della catena del Monte Tifata e caratterizzato da un'ampia vallata (da cui il nome). Di origini antichissime ha avuto sempre un ruolo strategico in quanto vigilava su un'importante via di comunicazione che conduceva nel cuore del Sannio. Tuttavia l'influenza maggiore l'ha avuta in epoca borbonica di cui sono testimonianza **l'Acquedotto Carolino** ed **i Ponti della Valle,** maestosa opera realizzata oltre due secoli fa.

Figura 3 - Veduta dei ponti di Valle

Nel 1997, infatti, l'Acquedotto Carolino, insieme al Palazzo Reale di Caserta, al Parco e al complesso di San Leucio è entrato a far parte del patrimonio mondiale posto sotto la tutela dall'UNESCO, in quanto tra le opere di maggiore interesse nell'ambito della produzione architettonica e tecnica del XVIII secolo. Esso ha rappresentato per Valle, fin dalla sua costruzione, una fonte di sviluppo economico e sociale, le acque del Taburno hanno contribuito ad alimentare la colonia industriale di San Leucio, favorendo anche la diffusione di energia alternativa per la molitura del grano.

Antichi opifici						
Opificio	Località	Comune	Proprietà	Entrata	Uscita	Caduta m
Molino del Fizzo	Fizzo	Bucciano	Demanio	Vasche sorgive-Lamiozza-Ficucella	Giunchiera-torrino n.1	6.8
Molino Nuovo		Aiola	Demanio	Vasca Giunchiera-Confluenti		2.34
Molino Ponti di Valle		Valle di Maddaloni	Barducci/Oronzio			18.84
Molino Monte Briano	Briano	Caserta	Barducci	Bagno di Diana	Vasca dei Bolli	4.40
Molino Militare	Aldifreda	Caserta	Demanio Militare	Vasca degli Specchi	Vasca dei Delfini	9.55
Molino Ponte Ercole	Ercole	Caserta		Vasca dei Delfini	Condotto Carolino	6.45
Molino di San Benedetto	San Benedetto	Caserta	Barducci/Pilade	Acquedotto Carolino	Acquedotto Carolino	11.05
Opificio Serico di San Leucio	San Leucio	Caserta	Comune di Caserta	Canale di Carico	Canale di Scarico	16.70

("Mostra Itinerante sul percorso del Carolino", realizzata da Sinopia Ass. a cura di F. Canestrini)

L'acquisto del feudo dalla Santa Casa dell'Annunziata di Napoli da parte di Carlo III di Borbone nel 1753 costituisce il primo passo verso la realizzazione del condotto carolino, artefice designato l'affermato Architetto e Ingegnere, **Luigi Vanvitelli.**

Egli diede inizio allo studio del territorio alla ricerca delle fonti d'acqua che individuò nelle sorgenti site in località *Fizzo*, alle falde del Monte Taburno. L'opera non era facile da realizzare in quanto il percorso si presentava estremamente impervio, sia per la natura dei terreni che per l'enorme distanza da percorrere; il progetto prevedeva infatti l'attraversamento di un territorio di 26 miglia (circa 38 km), per l'epoca distanza molto ambiziosa. Il 20 maggio 1764, alla presenza dell'intera corte, nei reali giardini della Reggia di Caserta venne festeggiata l'acqua Carolina, tutto secondo le previsioni, risalenti a dodici anni prima, dell'insigne architetto. La grandiosità dell'opera rappresentò un vanto per la monarchia borbonica che riuscì ad attrarre l'attenzione dei *viaggiatori stranieri* verso gli imponenti **Archi** della Valle.

L'acquedotto si caratterizza per una struttura quasi del tutto incavata nel terreno, tranne che sui ponti, eretti per attraversare fiumi o vallate, e per un triplice ordine di arcate a tutto sesto, per un totale di novanta archi per una lunghezza complessiva di 529 m ed un'altezza di 58,19 m. Gli archi poggiano su piloni verticali dei quali 44, nella parte superiore, sono a pianta quadrata e terminano con una strada carrozzabile delimitata da parapetti. Il condotto dell'acqua è largo 1,20 m ed alto 1,30 m ed è realizzato in conci di tufo, ricoperti da pietrisco, intonacato da una malta idraulica.

Nella realizzazione furono previsti 66 torrini, tutti numerati, di struttura tronco-piramidale e dislocati lungo il percorso, ognuno dei quali permetteva agli operai di poter scendere nelle condotte e trasportarvi i materiali necessari, tutelando al contempo la funzione di sfiato ed accesso per l'ispezione. Una curiosità è che la fornitura idrica del paese di Valle fu allora assicurata, attraverso una deviazione, mediante una conduttura di piombo che dal torrino N°44 si allacciava alla cisterna sita in Via Roma. La rete idrica comunale di distribuzione interna, costruita nel 1887, andava ad alimentare le fontane pubbliche di cui a tutt' oggi ne esistono 15, molte delle quali funzionanti anche se non tutte risalenti alla seconda metà del Settecento; esse

sono state la prima fonte di approvvigionamento di acqua per il centro abitato in quanto la fornitura idrica diretta nelle case è stata eseguita solo 1960, grazie alle condutture impiantate dal Comune e alle diramazioni effettuate addirittura su richiesta dei cittadini ed a proprie spese (Izzo E., 2010 - Iacono M.R., Canestrini F., 2007).

Elementi Tecnici del Carolino		
Trafori	6	Prato, Ciesco, Croce, Longano, Garzano, Casertavecchia
Comuni attraversati	16	Bucciano, Airola, Moiano, Santagata dei Goti, Durazzano, Valle di maddaloni, Garzano, Tuoro, Santa Barbara, Piedimonte di Casolla, Casolla, Mezzano, Puccianiello, Caserta, San Leucio, Carditello
Ponti eretti	5	Ponte Carlo, Ponte Mastro Marco, Ponte Taglione, Ponte Cascione, Ponte Canale
Sorgenti principali	10	Fizzo, Noce, Ifico, Molinise, Marano, Sambuco, San Sebastiano, Volla, Rapillo, Peschiera del Principe

Caratteristiche dell'Acquedotto		
Lunghezza	km	38
Quota sorgiva	m	254
Quota cascata	m	203.80
Salti edifici idraulici	m	28.20
Dislivello	m	22
Pendenza media	mm/m	0.5
Dimensioni medie sezione	m	1.20x 1.30
Diramazioni	n.	5
N° torrini	n.	66

("Mostra Itinerante sul percorso del Carolino" realizzata da Sinopia Ass. a cura di F. Canestrini,)

La gestione e distribuzione odierna della risorsa idrica alla popolazione di Valle di Maddaloni

Grazie ad un accurato resoconto amministrativo del lavoro svolto nel periodo 1997-2004, dall'allora Assessore all'Ambiente ed alle Attività Produttive, Pasquale Vigliotta, (P.Vigliotta, 2002) è stato possibile ricostruire le controverse vicende che nel corso degli anni hanno coinvolto il comune di Valle di Maddaloni. In tale periodo il paese ha dovuto patire incessanti problemi di fornitura idrica che hanno riguardato sia l'**acquedotto carolino** che il **Consorzio Alto Calore,** crisi che nell'estate del '93 in particolare era imputabile essenzialmente a tre fattori:

1) la crescente urbanizzazione e l'affermazione di un'economia consumistica
2) l'aumento delle temperature, in particolare nel periodo estivo, caratterizzato anche da scarse precipitazioni
3) un impoverimento delle numerose sorgenti che alimentavano l'acquedotto carolino.

Gli abitanti di Valle di Maddaloni per protestare contro la carenza d'acqua e presentarono una petizione popolare indirizzata al commissario prefettizio. La richiesta della popolazione consisteva nel far pressione sull'UTE (Ufficio Tecnico Erariale, gestore dell'acquedotto carolino) affinché procedesse a revocare le concessione di privati per l'utilizzo dell'acquedotto per scopi agricoli. Si era infatti venuta a creare una situazione paradossale: gli agricoltori sprecavano acqua mentre gli abitanti del paese erano in piena emergenza idrica; venne anche avanzata la proposta della creazione di un organo di controllo per individuare gli abusi ed intervenire con sanzioni in caso di violazione.
L'UTE propose dunque di affidare la fornitura idrica del paese al Consorzio Alto Calore, che già operava nel Beneventano e nell'Irpinia, da cui la stipula di un accordo da parte del Comune.

Previsioni di uno scenario futuro

Il Comune di Valle nel corso delle diverse amministrazioni ha tentato di risolvere il problema acqua ma non è ancora giunto a una soluzione definitiva, in grado di assicurare ai suoi abitanti l'acqua potabile. Gli investimenti sono stati cospicui ma il problema è tutt'ora irrisolto, a danno dello Stato che ha erogato soldi pubblici spesi male o nell'interesse di pochi. Di fatto ciò che manca è una struttura organizzativa del servizio in grado di gestire gli impianti esistenti e fino ad ora fatti funzionare male, a causa della mancanza di personale specializzato. Quindi si prospettano due possibili scenari futuri:
- recupero storico/funzionale dell'acquedotto Carolino;
- fornitura idrica affidata a un gestore privato.

Per quanto riguarda la prima soluzione, difficile pare la via del recupero del percorso carolino, stante le enormi difficoltà riscontrate nel definire gli accordi tra i diversi comuni e le rispettive responsabilità economiche, fermo restando, comunque, il restauro di un immenso patrimonio storico un punto di forza.
La seconda soluzione è certamente da preferire alla gestione pubblica in quanto quest' ultima non è stata in grado finora di garantire una qualità dell'acqua che rientrasse all'interno dei parametri previsti dalla legge; sarebbero altresì assicurati una portata d'acqua costante e controlli periodici garantiti dal Consorzio. Di contro giocano a suo sfavore la cattiva pubblicità che della gestione privata si continua a fare e l'irrinunciabile aumento dei costi attuali.
Tra le due sarebbe più opportuno, anche se a danno delle tasche degli utenti, aprirsi ad una fornitura idrica gestita da una società privata, dove gli interessi economici si scontrino con le qualità pretese dai clienti, in un protocollo di intesa, ben definito e concordato, che metta però al riparo gli utenti da qualsiasi rischio (Piscitelli C. 2009/10).
Anche perché nel processo di liberalizzazione in atto della fornitura di acqua si prevede che:
-entro il 31 dicembre 2011 la gestione del servizio di fornitura idrica dovrà essere affidata in maggioranza al soggetto privato;
-scomparirà la gestione in House (società municipalizzata);
-e, là dove ci sono società miste, almeno il 40% delle azioni dovranno essere cedute dal soggetto pubblico a quello privato;
infine,
-entro il 31 dicembre 2012 le quote appartenenti al pubblico dovranno scendere almeno al 30%.

Summary
THE SLOW REARRANGEMENT OF WATER SERVICES IN THE SOUTH ITALY

The D.L. n. 135/2009 (art.15-line with the Guidelines on the economic importance of local public services) determines the end of public management in the field of water resources, by establishing the liberalization of public services, including the provision of drinkable water. And that has not only has fogged the existing legislation but also found unprepared citizens, accustomed to the provision of public service and still dissatisfied. Authors consider local situations that highlight, in the South, the dire situation of water services characterized by a general unsatisfaction of the population, in terms of both quality and quantity of the resource, and investment is not always sufficient to meet the needs identified in the territory .

Bibliografia

Di Tommaso R., Tesi di Laurea in Tecnologia dei Cicli Produttivi, Facoltà di Economia, SUN, A.A. 2008/2009
Izzo E. "I ponti di Valle dai diari di viaggio", Ed La Fiorente S.r.l., Maddaloni, 2010
Iacono M.R., Canestrini F. "L'acquedotto Carolino", Ed L'Aperia, Caserta, 2007
Vigliotta P., "Appunti di un'esperienza personale", Protografiche S.r.l., Maddaloni, 2002
Piscitelli C., Tesi di Laurea in Tecnologia dei Cicli Produttivi, Facoltà di Economia, SUN, A.A. 2009/10

L'INQUINAMENTO MARINO LEGATO AI MATERIALI PLASTICI POST-CONSUMO

MAURIZIO BOCCACCI MARIANI, ELENA TESTANI,
VANESSA GIANNETTI, VALENTINA CECCARELLI
Dipartimento di Management, Facoltà di Economia, Sapienza Università di Roma,
Via del Castro Laurenziano 9, 00161, Roma
e-mail: maurizio.boccaccimariani@uniroma1.it

Riassunto
Uno dei più recenti e persistenti cambiamenti riguardanti la superficie del nostro pianeta è senza dubbio causata dall'accumulo e la frammentazione delle materie plastiche nell'ambiente. Nel giro di pochi decenni, dall'inizio della produzione di massa di prodotti in plastica a partire dal 1950, i detriti di plastica si sono accumulati negli ambienti terrestri, in mare aperto, sui litorali anche delle isole più remote e nelle acque profonde. L'obbiettivo di questo lavoro è quello di presentare il problema dell'inquinamento marino da plastica alla luce delle recenti indagini e studi scientifici e fornire una panoramica sulle azioni e le politiche a livello internazionale per la salvaguardia degli ecosistemi marini in funzione di uno sviluppo eco-sostenibile dell'importante business della plastica.

Introduzione
L'introduzione dei materiali plastici a partire dagli anni '50 ha senza dubbio apportato notevoli benefici per la società, in termini di risparmio energetico e di risorse, innovazioni nella tutela dei consumatori che potenziano l'assistenza sanitaria, riducono il deterioramento degli alimenti e migliorano la qualità della vita. I benefici derivanti dall'utilizzo delle materie plastiche sono quindi essenziali per la società ed un corretto recupero dei rifiuti in plastica è pertanto necessario per la salvaguardia dell'ambiente tra cui gli ecosistemi marini. Indagini da parte di scienziati marini stanno evidenziando come la plastica disseminata, così come altri materiali, finisca sotto forma di detriti nei nostri oceani con gravi conseguenze per l'ambiente marino (*Barnes D.K.A. "et al" 2009*). Si stima che oltre l'80% di rifiuti marini provenga dalla terra, a causa della scarsa o insufficiente gestione dei rifiuti, delle carenti pratiche di riciclaggio/recupero nonché delle inadeguate politiche e regolamentazioni e dell'atteggiamento ed il comportamento dei consumatori (*UNEP year book 2011*). La plastica è un bene che dovrebbe essere utilizzato in modo responsabile, riutilizzato, riciclato e recuperato per il suo valore energetico in funzione di uno sviluppo eco-sostenibile. Si tratta in generale di questioni importanti che coinvolgono sfide sociali ed economiche più grandi di quanto ogni singolo ente, industria o governo possa risolvere.
Le problematiche legate ai detriti di plastica in mare sono state concretamente affrontate durante la 5° Conferenza Internazionale sui detriti marini alle Hawaii (Honolulu, Marzo 2011) conclusasi con la firma di una Risoluzione sulla gestione dei rifiuti in plastica dispersi in mare. La Dichiarazione definisce alcuni chiari obiettivi per l'industria della plastica e sollecita una stretta collaborazione con tutte le parti interessate per ridurre i danni arrecati all'ambiente marino.
In ambito prettamente europeo, la Direttiva Quadro sulla Strategia per l'Ambiente Marino (EU Marine Strategy Framework Directive), in vigore dal giugno 2008, costituisce la componente essenziale della politica marittima dell'Unione, progettata per realizzare il pieno potenziale economico di mari e oceani, in armonia con l'ambiente marino. La direttiva ha lo scopo di proteggere più concretamente l'ambiente marino europeo e di raggiungere un buono stato ambientale dei mari dell'EU entro il 2020, salvaguardando la risorsa base da cui dipendono le attività economiche e sociali riguardanti l'ambiente marino. La direttiva istituisce Regioni Marine Europee sulla base di criteri geografici e ambientali. Ogni Stato membro, in cooperazione con altri Stati membri e paesi non-EU all'interno di una Regione Marina, sono tenuti a sviluppare strategie per le loro acque (*Direttiva 56/2008/CE*).

Produzione, domanda e recupero della plastica in Europa (*Fonte: "Plastics", The Facts 2010*)
L'industria delle materie plastiche nel 2009
Il business delle materie plastiche ha avuto un andamento positivo fino alla metà del 2008, con un aumento globale medio nella produzione e nel consumo di circa il 9% dal 1950 (Fig. 1).

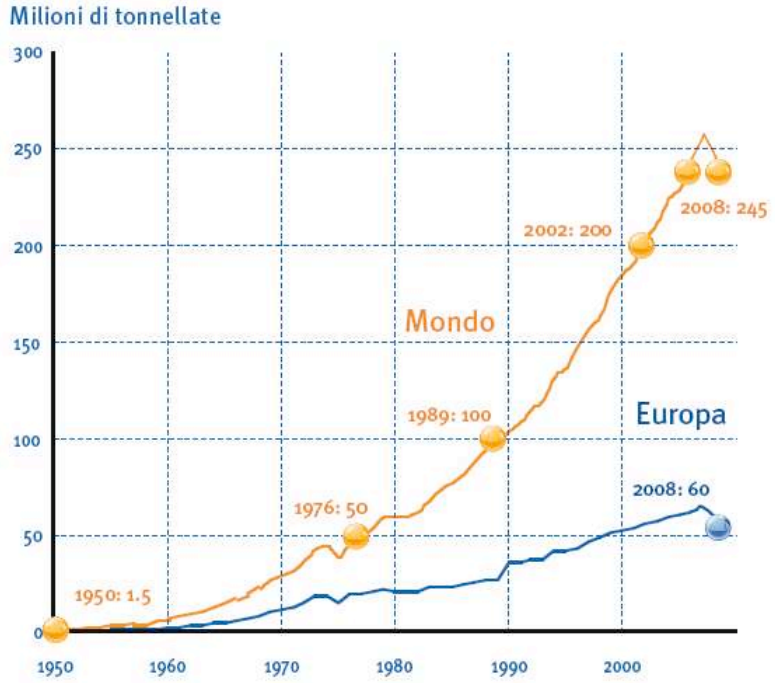


Fig.1 Produzione mondiale di materie plastiche 1950-2008. Include termoplastiche, poliuretani, termoindurenti, elastomeri, adesivi, rivestimenti, sigillanti e fibre in polipropilene. Non include fibre poliestere, poliammidiche e poliacriliche.

Da gennaio a giugno 2009 la produzione di materie plastiche nei paesi dell'UE è scesa del 26% rispetto allo stesso periodo dell'anno precedente. Confrontando i livelli di giugno 2009 e quelli precedenti alla crisi (autunno 2008), il crollo della domanda di materie plastiche è ancora più netto: oltre il 30%. Per quanto riguarda l'industria di trasformazione, l'andamento risulta leggermente migliore, infatti nel primo semestre 2009 ha registrato un calo medio del 18%; questo dato nasconde situazioni molto diverse: infatti se l'imballaggio ha perso poco rispetto ai primi sei mesi dello scorso anno, la richiesta da parte dell'industria automobilistica ha visto una flessione del 40%. Le statistiche recenti mostrano comunque un recupero nel 2010 (+6,8% per il settore gomma/plastica europeo) segnando però l'ingresso in una fase di crescita più moderata (+2% previsione per il 2011) (*Federchimica, 2010*).

L'industria di trasformazione

Per quanto concerne l'industria di trasformazione, nel 2008 l'Europa ha lavorato 48,5 milioni di tonnellate di plastiche vergini, in netta contrazione rispetto al 2007 (-7,5%). Germania e Italia guidano la classifica dei paesi europei che trasformano la plastica vergine con una quota complessiva del 40%; seguono Francia, Spagna e Regno Unito (che insieme fanno circa il 27%) e via via gli altri stati europei. Tra i nuovi Stati membri, la Polonia ha il più alto tasso di trasformazione della plastica (2,55 milioni di tonnellate sul totale europeo), seguita da repubblica Ceca e Ungheria. Gli imballaggi rimangono il principale impiego delle materie plastiche con il 38% dei consumi, seguono edilizia e costruzioni (21%), automobilistica (7%), elettrico ed elettronico (6%), altro (28%).

Il recupero delle materie plastiche

Nel 2008 il totale dei rifiuti plastici del "post-consumo" è stato di 24,9 milioni di tonnellate, in parte recuperati e in parte conferiti in discarica. Si intende per "recupero" le attività di riciclo e di recupero energetico. La quota di plastica recuperata ha raggiunto il 51,3% del totale: di questi il 21,3% sono stati riciclati per via chimica o meccanica mentre il 30% sono stati recuperati come energia. Il restante 48,7% del totale sono invece finiti in discarica. Unici dati positivi nello scenario europeo sono l'andamento del riciclo, cresciuto del 4,3% rispetto al 2007 e l'andamento del recupero di energia, cresciuto del 3,6%. Molti paesi sono vicini all'abbandono delle discariche. La Svizzera recupera quasi il 100% delle materie plastiche usate. Danimarca, Germania, Svezia, Belgio e Austria recuperano oltre il 90%; Norvegia, Olanda e Lussemburgo superano l'80%. C'è da aggiungere che in questi paesi la percentuale di recupero energetico è di gran lunga superiore alla percentuale di riciclo. L'Italia recupera all'incirca il 45% delle materie plastiche usate.

Import-export

L'Unione europea è tradizionalmente un importante esportatore di prodotti in plastica (plastiche e prodotti trasformati). Questo tasso di esportazione è cresciuta di oltre il 100% tra il 2000 e il 2009 raggiungendo un

picco di 13 miliardi di euro. I più grandi mercati di esportazione dei materiali plastici restano la Cina (compresa Hong Kong), la Turchia e la Russia. Le esportazioni dei prodotti trasformati dell'UE si rivolgono in primo luogo verso tre paesi: Stati Uniti (12,2%), Russia (11,6%) e Cina (5,4%). I principali prodotti esportati sono lastre, fogli, pellicole, nastri e strisce in plastica che costituiscono il 36% delle esportazioni del l'UE. Tuttavia, dal 2008, questo quadro è cambiato. Con il boom economico, la Cina è diventata un significativo esportatore di prodotti in plastica con il 33% di tutte le esportazioni mondiali del 2009. Inoltre, solo il 2% del totale dei prodotti in plastica sono prodotti di trasformazione. Questa situazione deve essere attentamente monitorata dalle istituzioni dell'UE se l'Europa vuole rimanere un esportatore.

Il mercato globale del riciclaggio

Il settore del riciclaggio della plastica ha sviluppato, come per altre materie prime riciclate, un mercato globale. Una quantità significativa di materie prime secondarie sono riciclate in Europa. Questo è possibile grazie ad una ben sviluppata industria del riciclaggio e per il fatto che molti materiali riciclati sono utilizzati nella produzione di nuovi prodotti. Un buon esempio è quello della bottiglia di plastica. L'automazione dei processi durante la selezione e il riciclaggio associata ad una forte domanda permettono di incorporare materiali riciclati nella fabbricazione di bottiglie, questo significa che la maggior parte delle bottiglie d'Europa sono riciclate in Europa. Il riciclaggio in Europa impedisce l'esportazione di preziose risorse secondarie e stimola l'industria locale del riciclaggio. Tuttavia la plastica viene ancora molto riciclata in Asia, in particolare in Cina. Nel 2008 la Cina ha importato 7,07 milioni di tonnellate di plastica utilizzate da tutto il mondo. L'industria della plastica è pienamente consapevole delle responsabilità ambientali, economiche e sociali associate al riciclaggio di materie plastiche, sia in Europa che oltreoceano. Tutti i partner del riciclaggio al di fuori dell'UE devono soddisfare i requisiti necessari di qualità giuridica per garantire che le condizioni di riciclaggio siano "sostanzialmente equivalenti" a quelli applicati in Europa.

Il problema ambientale legato ai detriti di plastica in mare

I detriti di plastica

I detriti di plastica rappresentano uno dei contaminanti maggiormente persistenti negli oceani e sulle spiagge di tutto il mondo (*Andray A.L. 2000*). Polimeri sintetici della plastica come il polietilene degradano molto lentamente e persistono nell'ambiente marino per lungo tempo. Si ritiene che, ad eccezione dei materiali inceneriti, tutte le plastiche convenzionali introdotte nell'ambiente sino ad oggi siano rimaste non mineralizzate sia come oggetti integri che come frammenti (*Thompson R."et al" 2005*). Tuttavia, dal momento che la produzione di massa di plastiche è iniziata soltanto da circa 60 anni, è troppo presto per prevedere esattamente quanto tempo questi materiali persisteranno. Nonostante la resistenza di questi polimeri, gli oggetti in plastica si frammentano nell'ambiente a seguito di una prolungata esposizione ai raggi UV e all'abrasione fisica (*Williams A.T., Simmons S.L. 1996; Thompson R.C. "et al" 2004*). Questo è particolarmente evidente sui litorali dove l'azione fotochimica e l'abrasione attraverso le onde rende gli oggetti in plastica più fragili, aumentando la loro frammentazione. Alcune delle prime evidenze di accumulo di frammenti di plastica nell'ambiente sono arrivate indirettamente dall'esame del contenuto intestinale di uccelli marini nel 1960 (*Kenyon K.W., Kridler E. 1969*). Più tardi, nei primi anni '70, piccoli frammenti di plastica sono stati osservati in acqua di mare raccolti con campioni di plancton dal Mare del Nord (*Buchanan J.B. 1971*) e sono stati successivamente riportati su scale molto più ampie nell'Atlantico nord-occidentale (*Colton J.B. "et al" 1974*). Da allora sono state numerose le segnalazioni di frammenti negli oceani, sul fondo del mare e sulle coste di tutto il mondo, e vi è prova evidente che l'abbondanza di questi frammenti sia in aumento.

Conseguenze ambientali

La plastica arriva nell'oceano sotto varie forme e dimensioni. Oltre agli oggetti di plastica scaricati dalle navi (reti, galleggianti, ecc.), potenzialmente qualsiasi tipo di imballaggio e oggetto di plastica usato a terra può venire scaricato o perso in mare. Alcune plastiche sono più dense dell'acqua di mare e quindi affondano, ma altre possono galleggiare sia a causa di gas intrappolato sia perché a basso peso specifico e, come tali, sono trasportate su grandi distanze. Come già detto, in mare gli oggetti di plastica vanno incontro a frammentazione fino a raggiungere dimensioni progressivamente più piccole.

Il crescente consumo in plastica a livello mondiale ha portato all'aumento di produzione da 1,5 milioni di tonnellate nel 1950 a 245 milioni di tonnellate nel 2008 (*Plastics Europe, EuPC, EuPR e EPRO 2009*). Le materie plastiche sono polimeri sintetici tipicamente costituiti da risorse non rinnovabili, in particolare petrolio greggio, carbone, e gas naturale. Fino a poco tempo fa era opinione comune che i rifiuti di plastica fossero relativamente stabili chimicamente e che il loro principale pericolo per gli organismi viventi derivasse dal soffocamento o lo strangolamento degli animali che finivano intrappolati o che ingerivano i rifiuti scambiandoli per cibo. Recenti ricerche suggeriscono invece che le plastiche rappresentino anche fonte

di contaminanti che possono facilmente essere dispersi nell'ambiente marino (*Teuten E.L."et al" 2009*). Alcuni di questi contaminanti sono tossici per uomini e animali. Per realizzare i prodotti finali delle materie plastiche, infatti, si utilizzano additivi, cioè delle sostanze che ne esaltano o ne attenuano le proprietà (flessibilità, durabilità, resistenza) quali coloranti, bisfenolo-A, ftalati, eteri difenilici trattati (PBDEs, prodotti chimici usati come ritardanti di fiamma), alchilfenoli (nonilfenolo, octilfenolo e loro derivati), ecc.. Queste sostanze vengono massicciamente rilasciate dalla plastica abbandonata nell'ambiente e, nel caso di contenitori plastici per alimenti, si è rilevato che alcune di loro possono essere rilasciate addirittura nei cibi che dovrebbero proteggere. I rifiuti plastici presentano inoltre il grave effetto collaterale di assorbire e concentrare anche altri contaminanti dispersi nell'ambiente come i policlorobifenili (PCB), idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e pesticidi organoclorurati che poi trasportano e rilasciano in altre zone del globo. Questi contaminanti sono stati associati ad effetti cancerogeni e distruttivi endocrini ed i loro livelli di bioaccumulo sono in rapido incremento in tutti gli organismi viventi, uomo compreso (*Rios L.M. "et al" 2010*). E' stato inoltre dimostrato come i detriti di plastica negli oceani abbiano effetti diretti sugli uccelli marini, mammiferi e tartarughe per ingestione o aggrovigliamento, mentre l'accumulo di detriti di plastica di maggiore densità sul fondo marino può inibire lo scambio di gas tra le acque sovrastanti e le acque infiltrate nei pori dei sedimenti danneggiando o soffocando gli organismi bentonici (*Moore C.J. 2008*).

Vortici di spazzatura nei mari

I detriti di plastica marini rappresentano, pertanto, un nuovo problema ambientale derivante dall'utilizzo estremamente ampio e in massicce quantità di prodotti in plastica a basso costo e monouso. La situazione negli oceani appare piuttosto grave; sono ormai note le enormi quantità di rifiuti di plastica galleggianti nel Vortice del Nord Pacifico (North Pacific Gyre, NPG), un grande sistema di alta pressione dell'Oceano Pacifico centrale dove, per più di cinquant'anni, le plastiche sono confluite in una zona speciale chiamata "Eastern Garbage Patch" (*Moore C.J. "et al" 2001*). In questa zona, la cui estensione è di qualche milione di chilometri quadrati, si stima galleggino molti milioni di tonnellate di rifiuti, soprattutto plastica. Ma la plastica abbonda anche in altre parti del Pacifico. Nei pressi dei porti principali del Cile l'87% di tutti i rifiuti galleggianti è di plastica, metà dei quali sono sacchetti. In Giappone l'analisi sui dati tra il 2002 e il 2005 ha rivelato che il 76% del totale dei rifiuti erano in plastica, in Corea il dato è stato del 53%. Nel nord Atlantico esiste un vortice di 334.000 frammenti di plastica per chilometro quadrato pari a 5 kg per km^2.

La situazione nei mari italiani

Secondo il rapporto "L'impatto della plastica e dei sacchetti sull'ambiente marino" del 9 Marzo 2011 realizzato da Arpa Toscana e dalla struttura oceanografica Daphne di Arpa Emilia Romagna su richiesta di Legambiente (*Legambiente, 2011*), nel mare tra Italia, Spagna e Francia c'è una concentrazione di plastica che supera quella del cosiddetto "continente spazzatura" presente nell'Oceano Atlantico.

Il rapporto, che sintetizza i principali studi scientifici sull'inquinamento da plastica in mare, è stato ideato come contributo per il Ministero dell'Ambiente che dovrà rispondere alla richiesta di chiarimenti della Commissione Europea sul bando italiano degli shopper. Sono queste, infatti, le motivazioni di carattere ambientale che possono consentire all'Italia di giustificare ogni ipotesi di violazione della Direttiva Europea sugli imballaggi. Secondo lo studio, la plastica rappresenta il principale rifiuto rinvenuto nei mari poiché costituisce dal 60% all'80% del totale dell'immondizia trovata nelle acque. Un dato che, in alcune aree, raggiunge persino il 90-95% del totale ma anche nei mari italiani arriva a livelli gravissimi.

Il monitoraggio effettuato dall'Arpa Toscana nell'arcipelago toscano ha mostrato come in un'ora siano stati prelevati dai pescatori con reti a strascico 4 kg di rifiuti, di cui il 73% costituito da materiale plastico, soprattutto sacchetti. Ma la situazione non è migliore anche nel resto del Mediterraneo dove, in base agli esiti di International Coastal Cleanup, tra il 2002 e il 2006 i sacchetti di plastica sono risultati il quarto rifiuto più abbondante dopo sigarette, mozziconi e bottiglie (*International Costal Clean Up - Ocean Conservancy 2010*). Sono invece 500 le tonnellate di rifiuti in plastica che complessivamente galleggiano nel Mediterraneo e secondo l'Istituto francese di ricerca sullo sfruttamento del mare e l'Università belga di Liegi nell'estate 2010 la concentrazione più alta nel Mediterraneo era nel nord del Tirreno e a largo dell'Isola d'Elba con 892.000 frammenti plastici per km^2, rispetto ad una media di 115.000. Durante tre campagne oceanografiche effettuate nel 1994-1995-1996 sulla costa francese del Mediterraneo, il 70% dei rifiuti rinvenuti in mare erano sacchetti di plastica. Per queste ragioni l'Italia ha adottato con la legge finanziaria 2007 il bando sugli shopper non biodegradabili in vigore dal 1 gennaio 2010 *(Legge 296/2006).*

L'industria della plastica verso uno sviluppo eco-sostenibile

L'ambiente marino costituisce un capitale prezioso. I mari e gli oceani rappresentano il 99% dello spazio vitale disponibile sul nostro pianeta, coprono il 71% della superficie terrestre e contengono il 90% della biosfera; essi racchiudono quindi maggiore diversità biologica rispetto agli ecosistemi terrestri e di acqua

dolce. L'ambiente marino è un elemento indispensabile alla vita sulla terra (in particolare in quanto principale fonte di ossigeno) e svolge un ruolo determinante sul clima. Esso è inoltre un importante fattore di prosperità economica, di benessere sociale e di qualità della vita.
Si stima che oltre l'80% di rifiuti in mare provenga dalla terra, a causa di una cattiva gestione dei rifiuti, e che la maggior parte dei rifiuti presenti in mare sia plastica.
D'altra parte il settore delle materie plastiche contribuisce in maniera significativa al benessere attraverso l'innovazione e il miglioramento della qualità della vita. In Europa, più di 1,6 milioni di persone lavorano attualmente in circa 50.000 aziende (soprattutto piccole e medie imprese nel settore della trasformazione) con un fatturato superiore ai 300 miliardi di euro all'anno. L'industria europea della plastica include i produttori, rappresentati da PlasticsEurope, i trasformatori, rappresentati da EuPC e i produttori di macchinari, rappresentati da EUROMAP.
L'industria europea della plastica sta pertanto lavorando con le autorità pubbliche, le ONG, il mondo accademico ed altri soggetti, nell'ambito della Direttiva Quadro sulla Strategia per l'Ambiente Marino e delle iniziative correlate, per identificare e colmare le lacune nell'attuazione delle procedure di gestione dei rifiuti in Europa. Il 1° settembre 2010, la Commissione ha adottato una decisione che definisce i criteri necessari per ottenere un buono stato ecologico per i mari d'Europa. I criteri si basano su obblighi esistenti e sull'evoluzione della normativa UE e comprendono elementi dell'ambiente marino non ancora contemplati nelle politiche esistenti. I criteri e i relativi indicatori definiti nella decisione sono basati sui pareri scientifici e tecnici forniti da esperti indipendenti e gli Stati membri sono tenuti a impiegarli per determinare lo stato ecologico dell'ecosistema marino. Per arrivare all'obiettivo fissato dall'UE di raggiungere il buono stato ecologico di tutte le acque marine entro il 2020, gli Stati membri dovranno mettere a punto strategie che si traducano in piani d'azione per applicare un approccio ecosistemico alla gestione delle attività umane. Riconoscendo pertanto che i rifiuti marini derivano da cause numerose e complesse e che il problema non può essere risolto solamente da una delle parti interessate, l'industria europea della plastica si è posta in primo piano per la guida di un'azione multi-stakeholder sia in Europa sia a livello internazionale.
Il problema dell'inquinamento marino da plastica è stato concretamente affrontato nel corso della 5° Conferenza Internazionale sui detriti marini alle Hawaii che si è tenuta dal 20 al 25 marzo 2011 a Honolulu. Esperti di 35 paesi, enti governativi, istituti di ricerca, grandi aziende e associazioni commerciali si sono riuniti per discutere azioni comuni volte ad affrontare il problema dei vortici di spazzatura a livello globale, nazionale e locale insieme. La dichiarazione definisce alcuni chiari obiettivi per l'industria della plastica e sollecita una stretta collaborazione con tutte le parti interessate per ridurre i danni arrecati all'ambiente marino. La strategia elaborata prevede un forte impegno per l'industria, che si impegna tra l'altro a:
• lavorare in partnership con realtà pubbliche e private per prevenire i rifiuti marini;
• lavorare con la comunità scientifica per meglio comprendere le origini, la portata e l'impatto dei rifiuti marini e le possibili soluzioni al problema;
• promuovere politiche mondiali basate su presupposti scientifici e l'applicazione delle leggi esistenti per prevenire i rifiuti marini;
• promuovere le migliori soluzioni di gestione dei rifiuti, soprattutto nelle regioni costiere;
• migliorare le soluzioni di recupero dei prodotti in plastica attraverso il riciclo e il recupero energetico;
• sovrintendere il trasporto e la distribuzione delle materie prime e dei prodotti di plastica ai propri clienti e promuovere questa pratica lungo tutta la catena di distribuzione.
Questa dichiarazione dell'industria a livello mondiale ha lo scopo di fungere da catalizzatore per azioni concrete a livello regionale, nazionale e internazionale.

Conclusioni

L'industria della plastica evidenzia in prospettiva tendenze positive. La crescita della domanda di prodotti finiti e materie prime, semilavorati, attrezzature principali e ausiliari, strumenti di produzione di nuovi polimeri e di articoli in gomma e tecnologie innovative in grado di migliorare la forza delle aziende sul mercato, testimoniano una sensibile dinamicità del settore e dei suoi campi di applicazione.
Attraverso la promozione e l'applicazione di pratiche comportamentali atte ad evitare che le plastiche finiscano in discarica o nei nostri mari, i paesi europei si prefiggono di contrastare i rifiuti marini. Nei prossimi mesi e anni l'industria europea della plastica si impegna a giocare un ruolo di prima linea in tale operazione.

Bibliografia

Andray A. L., "Plastic and their Impacts in the Marine Environment", Proceedings of the International Marine Debris Conference on Derelict Fishing Gear and the Ocean Environment, Hawaii Convention Center, Honolulu, Hawaii, 2000

Barnes D.K.A., Galgani F., Thompson R.C., Barlaz M., "Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments", Philosophical Transactions of the Royal Society B, 364(1526), 1985-1998, 2009
Buchanan J.B., "Pollution by synthetic fibres", Marine Pollution Bulletin, 2, 23, 1971
Colton J.B., Knapp F.D., Burns B.R., "Plastic particles in surface waters of the Northwestern Atlantic", Science, 185, 491-497, 1974
Direttiva (CE) n. 56/2008 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 17 Giugno 2008, direttiva quadro sulla strategia per l'ambiente marino
Federchimica, Rapporto "Panel Congiunturale", 2010
International Costal Clean Up - Ocean Conservancy, Report "Trash Travels", 2010
Kenyon K.W., Kridler E., "Laysan Albatross swallow indigestible matter", Auk. 86(2), 339-343, 1969
Legambiente, Rapporto "L'impatto della plastica e dei sacchetti sull'ambiente marino", 2011
Legge 27 dicembre 2006, n. 296 (Legge Finanziaria 2007)
UNEP year book 2011, "Plastic Debris in the Ocean", Marin Pollution Bulletin, 42, 1297-1300, 2001
Moore C.J., Moore S.L., Leecaster M.K., Weisberg S.B., "A Comparison of Plastic and Plankton in the North Pacific Central Gyre", Marin Pollution Bulletin, 42(12), 1297-1300, 2001
Moore C. J., "Synthetic polymers in the marine environment: a rapidly increasing, long-term threat", Environmental Research, 108, 131-139, 2008
PlasticsEurope, EuPC, EuPR e EPRO, "I *Compelling facts* sulle materie plastiche nel 2009 - Un'analisi della produzione, domanda e recupero delle materie plastiche nel 2008 in Europa", 2009
Plastics, Report "An analysis of European plastics production, demand and recovery for 2009", 2010
Rios L.M., Jones P.R., Moore C., Narayan U.V., "Quantitation of persistent organic pollutants adsorbed on plastic debris from the Northern Pacific Gyre's *eastern garbage patch*", Journal of Environmental Monitoring, 12(12), 2189-2312, 2010
Teuten E.L., Saquing J.M., Knappe D.R.U., Barlaz M.A., Jonsson S., Björn A., Rowland S.J., Thompson R.C., Galloway T.S., Yamashita R., Ochi D., Watanuki Y., Moore C., Hung Viet P., Seang Tana T., Prudente M., Boonyatumanond R., Zakaria M.P., Akkhavong K., Ogata, Y. Hirai H., Iwasa S., Mizukawa K., Hagino Y., Imamura A., Saha M., Takada H., "Transport and release of chemicals from plastics to environment and to wildlife", Philosophical Transactions of the Royal Society B, 364(1526) 2027-2045, 2009
Thompson R.C., Olsen Y., Mitchell R.P., Davis A., Rowland S.J., John A.W.G., McGonigle D., Russell A.E., "Lost at sea: where is all the plastic?", Science, 304(838), 2004
Thompson R., Moore C., Andrady A., Gregory M., Takada H., Weisberg S., "New directions in plastic debris", Science, 310(5751), 1117, 2005
Williams A.T., Simmons S.L., "The degradation of plastic litter in rivers: Implications for beatches", Journal of Coastal Conservation, 2(1), 63-72, 1996

Summary
MARINE POLLUTION DUE TO POST-CONSUMER PLASTICS

One of the most ubiquitous and long-lasting recent changes to the surface of our planet is the accumulation and fragmentation of plastics. Within just a few decades since mass production of plastic products commenced in the 1950s, plastic debris has accumulated in terrestrial environments, in the open ocean, on shorelines of even the most remote islands and in the deep sea. The aim of this paper is to present the problem of marine pollution caused by plastic debris in the light of recent scientific surveys and studies and to provide an overview of the international actions and policies for the protection of marine ecosystems toward a sustainable development of the important business of plastics.